



**João Manuel Gamelas
Madail**

**CARACTERIZAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE
VARIÁVEIS DE PROCESSO EM SISTEMAS DE
PRODUÇÃO DE CIMENTO**



**João Manuel Gamelas
Madaíl**

**CARACTERIZAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE
VARIABLES DE PROCESSO EM SISTEMAS DE
PRODUÇÃO DE CIMENTO**

Trabalho de Projecto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor José António Vasconcelos Ferreira, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho aos meus Pais e à Teresa pelo incansável e incondicional apoio. Quero também agradecer os conhecimentos, ajuda e incentivo dados pelo Professor José de António de Vasconcelos Ferreira. Sem eles este trabalho não seria possível.

o júri

presidente

Prof. Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos
professora auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da
Universidade de Aveiro.

Prof. Doutora Maria Henriqueta Dourado Eusébio Sampaio da Nóvoa
professora associado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Doutor José António de Vasconcelos Ferreira
professora auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da
Universidade de Aveiro.

palavras-chave

Cimento, Moagem, Clinker, Moinho, Regressão Linear, ANOVA, Análise de Clusters, Análise Factorial de Componentes Principais

resumo

A caracterização e optimização de sistemas produtivos assumem-se cada vez mais como estudos necessários para a eficiência económica das empresas e por consequência, constitui a base da sua competitividade num mercado cada vez mais aberto e exigente.

A relação Input Vs Output (Quantidade de recursos consumidos vs Quantidade de produtos produzidos), vista na perspectiva global ou na particular (rácios de consumos ou consumos específicos) é uma ferramenta cada vez mais importante para entender os elementos do processo que mais contribuem para o custo dos produtos/serviços produzidos e para identificar os aspectos menos eficientes do sistema.

Hoje assistimos à majoração das preocupações relacionadas como a utilização dos recursos energéticos. O recente incremento dos seus custos de produção e por conseguinte do seu preço de comercialização, conduziu os consumidores particulares e as empresas ao desenvolvimento de hábitos e métodos de trabalho que proporcionem o uso optimizado destes recursos.

As industriais pesadas (Siderurgias, Cimenteiras, etc) que na sua actividade produtiva incorporam grandes consumos energéticos (accionamentos de motores, produção de calor em fornos, etc.) e por consequência reconhecem a energia como um factor importante no custos dos produtos fabricados, vem-se por isso obrigadas ao estudo constante dos seus processos para o desenvolvimento de alterações capazes de potenciar a eficiência dos sistemas produtivos e proporcionar a eficiência na utilização de recursos energéticos.

O presente trabalho pretende caracterizar o comportamento de diversas variáveis associadas ao processo de moagem de cimento e explicar a sua contribuição para a quantidade global produzida dentro de um período específico.

keywords

Cement Grinding, Clinker, Windmill, Linear regression, ANOVA, Cluster Analysis, Factor Analysis.

abstract

The characterization and optimization of production systems take up more and more as necessary studies for the economic efficiency of enterprises and therefore forms the basis of its competitiveness in an increasingly more open and demanding.

The relation between Input and Output (Quantity of resources consumed vs. quantity produced), seen from overview or particular point (ratios of consumption or excise) is a tool increasingly important to understand the process elements that contribute most to the cost of goods / services produced, and to identify inefficient point on the system.

Today, we assist to the increase of concerns in the use of energy resources. The recent increase in production costs and hence its selling price led consumers and businesses to develop habits and work methods to provide better use of these resources.

The heavy industrial factories (Steel, Cement, etc.) that have large energy consumption (motor drives, heating furnaces, etc.) recognize energy as an important factor in the cost of manufactured products. They support the constant study of the processes for developing changes capable of increasing the efficiency of production systems and provide efficient use of energy resources.

The aimed of this work is to characterize the behaviour of several variables associated with the grinding process of cement and explain its contribution to the total quantity produced within a specified time period.

Índice

1. Introdução.....	1
2. O Cimento	2
2.1 A história	2
2.2 Actualidade.....	3
2.2.1 Níveis de Consumo Mundial	3
2.2.2 Consumo de Cimento na Europa e em Portugal	4
2.3 Processo de Fabrico.....	5
2.3.1 Extracção de Matérias-Primas	6
2.3.2 Preparação e Moagem de Cru.....	7
2.3.3 Cozedura	9
2.3.4 Moagem do Clinker	12
2.3.5 Ensilagem e Embalamento	15
3. Moagem de Cimento	15
3.1 Descrição do Circuito em Estudo	15
3.2 Descrição das Variáveis em Estudo.....	19
3.2.1 Variáveis de Qualidade.....	19
3.2.2 Variáveis de Processo	20
3.3 Descrição do Funcionamento Global do Sistema.....	20
3.4 Principais Objectivos.....	21
4. Metodologia de Trabalho	23
5. Resultados.....	24
5.1 Selecção da Amostra	24
5.2 Recolha e Codificação da Informação.....	25
5.3 Análise Prévia da Informação Recolhida e Afinação das Variáveis	25
5.4 Caracterização das Variáveis.....	27
5.5 Análise das Relações de Dependência entre as Variáveis.....	31
5.5.1 Regressão Linear Simples (RLS).....	31
5.5.2 Regressão Linear Múltipla (RLM)	33
5.5.3 Análise de Variância (ANOVA).....	35
5.6 Sintetização e Interpretação da Informação.....	36
5.6.1 Análise Factorial de Componentes Principais (AFCP)	36
5.6.2 Análise de Clusters (AC)	39

5.7 Reflexão Sobre os Resultados	43
5.7.1 Constituição da Amostra.....	43
5.7.2 Interpretação dos Resultados	43
6. Conclusão	46
6.1 Reflexão sobre o Trabalho Desenvolvido	46
6.2 Perspectivas para Trabalho Futuro	47
Referências Bibliográficas.....	49
Anexo - <i>Output</i> da Análise Estatística Efectuada	

Índice de Figuras

Figura 1 – Exemplos de construções com ligantes de gesso calcinado.....	2
Figura 2 – Consumo mundial de cimento durante 2008, por região e principais países..	3
Figura 3 – Consumo total de cimento na Europa, 1998-2008.....	4
Figura 4 – Consumo total de cimento em Portugal, 1998-2008.....	5
Figura 5 – Exploração de pedreiras para produção de cimento.....	7
Figura 6 – Silo de homogeneização do cru.....	8
Figura 7 – Processo de homogeneização do cru.....	9
Figura 8 – Processo de cozedura	10
Figura 9 – Chama no interior do forno de clinker	10
Figura 10 – Grãos de clinker	11
Figura 11 – Clinker à saída do forno	11
Figura 12 – Moinho de bolas utilizado na moagem do clinker	12
Figura 13 – Processo de moagem em circuito aberto.....	13
Figura 14 – Distribuição granulométrica em amostras moídas em circuito aberto.....	13
Figura 15 – Processo de moagem em circuito fechado	14
Figura 16 – Distribuição granulométrica em amostras moídas por circuito fechado.....	14
Figura 17 – Sistema de moagem em circuito fechado.....	16
Figura 18 – Corte transversal de um moinho de bolas de duas câmaras	17
Figura 19 – Perfil levantador das placas de revestimento	17
Figura 20 – Movimentos da carga moedora no interior do moinho	18
Figura 21 – Separador dinâmico de 3ª geração	19
Figura 22 - Cronograma global do projecto	23
Figura 23 – Distribuição de observações entre centros produtivos	24
Figura 24 – Distribuição das observações pelos produtos produzidos.....	24
Figura 25 – Distribuição das observações no Centro de Produção I.....	24
Figura 26 – Distribuição das observações no Centro de Produção II.....	25
Figura 27 – <i>Boxplot</i> relativo à variável PROD.....	27
Figura 28 – <i>Boxplot</i> relativo à variável ADI	28
Figura 29 – Histograma da variável ADI	28
Figura 30 – Histograma da variável PROD.....	28
Figura 31 – RLS: PRODpm em função de ALIM.....	32

Figura 32 – RLS: PRODpm em função de RET	32
Figura 33 - RLM: PRODpm em função das variáveis originais	33
Figura 34 - RLM: EFIC em função das variáveis originais	35
Figura 35 – ANOVA: PRODpm em função de DUR_CLA	36
Figura 36 – ANOVA: EFIC em função de DUR_CLA	36
Figura 37 – AFCP: contribuições das componentes.....	37
Figura 38 – AFCP: representação das variáveis na solução (esquerda - 6; direita - 7) ..	37
Figura 39 – AC: sequência de agrupamento.....	39
Figura 40 – AC: soluções com dois e três grupos	40

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Elementos químicos presentes no fabrico de cimento	6
Tabela 2 – Etapas da produção de óxidos durante a cozedura	11
Tabela 3 – Algumas estatísticas das variáveis em estudo	29
Tabela 4 – Percentis 5 e 95 para as variáveis em estudo	30
Tabela 5 – Teste à Normalidade das variáveis em estudo	31
Tabela 6 – Resumo dos resultados relativos à RLS.....	32
Tabela 7 – AFCP: distribuição da variância pelas componentes sem e com rotação.....	38
Tabela 8 – AFCP: correlações entre as variáveis e as componentes rodadas.....	38
Tabela 9 – AFCP: variáveis associadas a cada componente	39
Tabela 10 – AC: comparação de valores esperados para os dois grupos	41
Tabela 11– AC: caracterização dos dois grupos.....	42

1. Introdução

O presente documento relata o trabalho de estudo e pesquisa realizado no âmbito da cadeira Dissertação/Estágio/Projecto inserida no Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial.

Este trabalho foi realizado durante os anos de 2008 e 2009, recorrendo a pesquisa bibliográfica, dados operacionais e experiência profissional do autor.

O trabalho desenvolvido centra-se na caracterização de um sistema produtivo de moagem de cimento em circuito fechado, analisando as variáveis de processo, e tenta definir relacionamentos entre elas que possam estabelecer bases para a construção de ferramentas de controlo/monitorização e melhoria do processo em estudo.

2. O Cimento

2.1 A história

O cimento é dos materiais mais utilizados na construção civil, devido ao largo espectro de possíveis aplicações nas diversas fases da construção. O cimento pertence à classe dos materiais classificados como aglomerantes hidráulicos, caracterizados por entrarem num processo físico-químico de endurecimento quando em contacto com a água. Deste processo resultam elementos sólidos com grande resistência à compressão e à água.

A palavra cimento tem origem no termo em latim “CAEMENTU” que se referia a uma espécie de pedra natural de rochedos, não esquartejada, utilizada na Roma antiga. A origem do cimento remonta há aproximadamente 4 500 anos. Os antigos monumentos egípcios já utilizavam uma liga constituída por gesso calcinado. Na Figura 1, apresentam-se alguns exemplos.



Figura 1 – Exemplos de construções com ligantes de gesso calcinado

Em 1756, durante a construção do Farol de Eddystone em Inglaterra, John Smeaton desenvolveu testes no sentido de obter um ligante hidráulico mais resistente e que oferecesse ao edifício a construir maior resistência às agressões ambientais. Conseguiu obter um produto de alta resistência por meio da calcinação de calcários moles e argilosos. Em 1918, o francês Vicat obteve resultados semelhantes pela mistura de componentes argilosos e calcários. Em 1824, Josep Aspdin queimou conjuntamente pedras calcárias e argila, transformando-as depois num pó fino. Percebeu que obtinha uma mistura que, depois de seca, endurecia de tal forma que se tornava tão resistente quanto as pedras empregues nas construções da época. Esta mistura não se dissolvia em água e foi patenteada pelo construtor no mesmo ano com o nome de Cimento Portland, por apresentar dureza e cor semelhantes às rochas da ilha britânica de Portland.

2.2 Actualidade

Hoje, o cimento é um pó fino, com propriedades ligantes, que endurece sob acção da água. Na forma de betão, torna-se uma pedra artificial, que pode ser moldada de acordo com a necessidade de cada aplicação. Por estas características, o betão é o segundo material mais consumido pela humanidade, superado apenas pela água.

Pelo seu consumo e importância na construção de infra-estruturas que suportam o dia-a-dia da humanidade, o cimento adquiriu também o estatuto de indicador económico. As quantidades vendidas e produzidas de cimento são analisadas como traduzindo o estado de desenvolvimento das regiões.

2.2.1 Níveis de Consumo Mundial

Ao nível mundial, em 2008, a produção de cimento atingiu um novo recorde histórico, com o valor de 2 830 000 000 toneladas. Apesar deste novo máximo, regista-se um ligeiro abrandamento do crescimento face ao ano anterior, de 5,2% em 2006/7 para 3,2% em 2007/8. Conforme podemos verificar na Figura 2, o consumo mundial continua a ser sustentado pelo aumento do consumo nos países asiáticos (70% do total), em particular na China (49% do total).

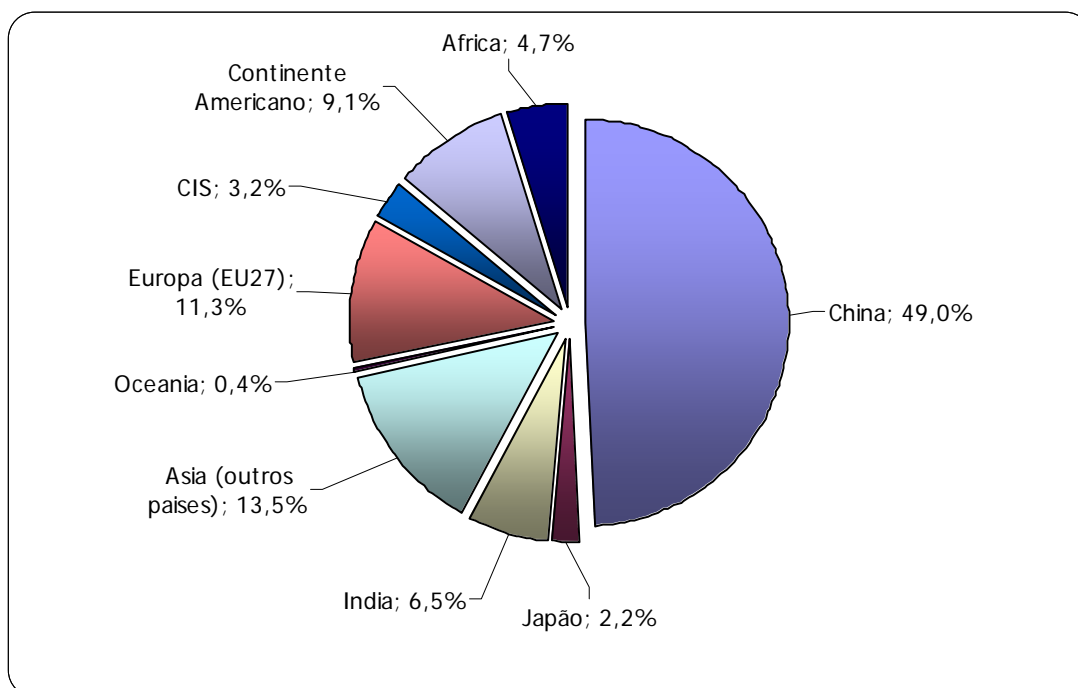


Figura 2 – Consumo mundial de cimento durante 2008, por região e principais países
(Fonte: CEMBUREAU)

O abrandamento do consumo mundial espelha a diminuição da actividade económica na China e Estados Unidos que se fez sentir na última metade do ano. A queda do sector da construção civil torna expectável que 2009 seja, à semelhança de 2008, um ano de redução no crescimento do consumo mundial.

2.2.2 Consumo de Cimento na Europa e em Portugal

Na Europa, o consumo de cimento acompanha a tendência mundial, evidenciando-se um crescimento de aproximadamente 20% no total dos últimos 10 anos (ver Figura 3).

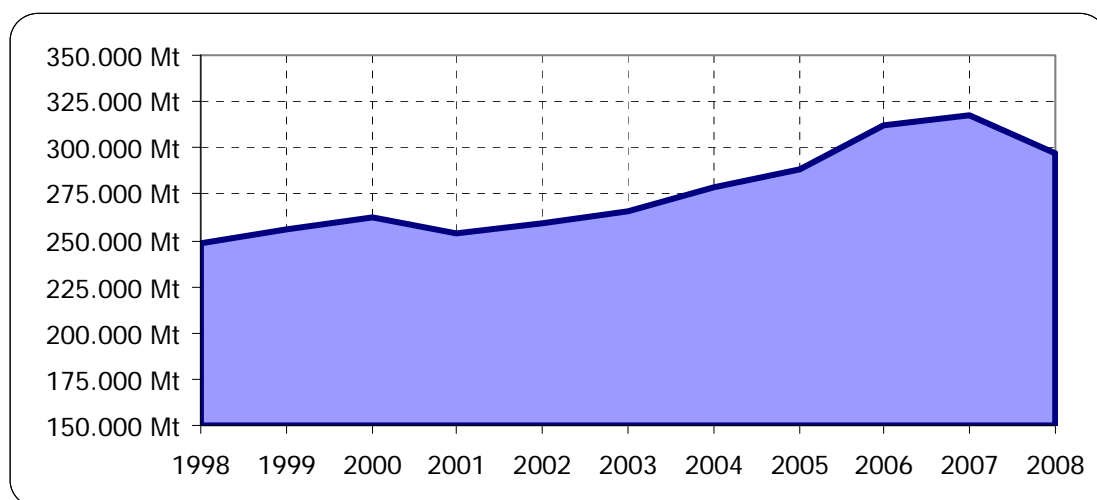


Figura 3 – Consumo total de cimento na Europa, 1998-2008 (Fonte: CEMBUREAU)

Apesar do crescimento registado na última década, o abrandamento económico verificado ao nível mundial teve também reflexos no consumo de cimento na Europa. O ano de 2008 evidenciou um decréscimo das quantidades vendidas, para o qual contribuiu a contracção do consumo em Espanha (-23,8%) e em Inglaterra (-14%).

Em Portugal, a última década evidencia um decréscimo do consumo de cimento superior a 20%. Apesar de não ser linear, o comportamento do consumo português é decrescente, principalmente a partir de 2001. Conforme podemos ver na Figura 4, desde esse ano, o mercado português regista uma redução significativa da sua dimensão.

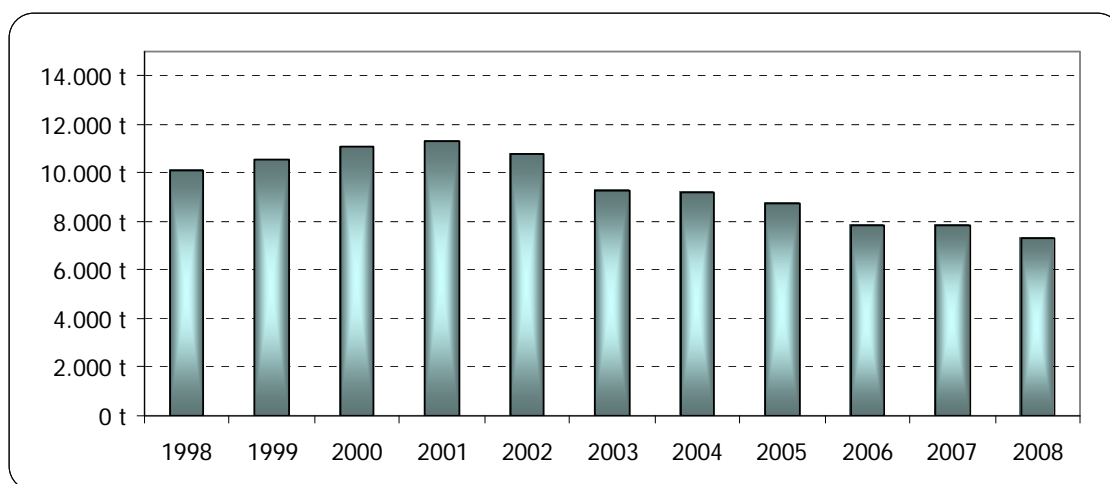


Figura 4 – Consumo total de cimento em Portugal, 1998-2008 (Fonte: CEMBUREAU)

No ano que antecedeu a organização do Euro 2004, é possível verificar um abrandamento do decréscimo deste indicador. Contudo, os anos seguintes comprovaram a tendência de descida que até então se fazia sentir.

Em 2008, comparativamente com 2007, a redução do consumo foi de 6.4%, reflectindo o decréscimo da actividade do sector da construção civil (3,1%), sobretudo pela queda da construção residencial (10,3%). Perspectiva-se 2009 como um ano de estabilização do consumo, ou até de algum crescimento, tendo em conta o crescimento do investimento público com o arranque de obras de grande envergadura (novo aeroporto de Lisboa, comboio de alta velocidade – TGV, terceira travessia sobre o rio Tejo e novas plataformas logísticas) e a estimulação da actividade de construção e remodelação de infra-estruturas sociais (escolas, hospitais, etc.).

2.3 Processo de Fabrico

A capacidade de endurecimento do cimento é obtida a partir da reacção química dos diferentes óxidos que possui na presença da água. Durante o processo produtivo, as matérias-primas são trabalhadas no sentido de obter uma composição química que permita ao produto final o melhor desempenho possível.

O processo produtivo é dividido nas seguintes etapas:

- extracção de matérias-primas
- preparação e moagem do cru
- homogeneização
- cozedura

- moagem do clinker
- ensilagem e embalagem.

2.3.1 Extracção de Matérias-Primas

Os óxidos obtidos durante o processo de fabrico têm origem nos elementos químicos existentes matérias-primas utilizadas:

- calcário
- argila
- gesso
- aditivos de correcção
 - areias
 - cinzas de pirite.

A Tabela 1 apresenta os principais compostos presentes nas matérias-primas bem como a sua fórmula química. Estes materiais garantem, à partida, a presença no processo de elementos químicos que vão ser combinados e que serão responsáveis pelo comportamento do produto final.

Tabela 1 – Elementos químicos presentes no fabrico de cimento

Designação	Fórmula Química	Representação
Óxido de Cálcio (Cal)	CaO	C
Sílica	SiO ₂	S
Alumina	Al ₂ O ₃	A
Óxido de Ferro	Fe ₂ O ₃	F
Óxido de Magnésio	MgO	M
Trióxido de Enxofre	SO ₃	
Óxido de Sódio	Na ₂ O	N
Óxido de Potássio	K ₂ O	K

As matérias-primas são obtidas por exploração de pedreiras, normalmente a céu aberto (ver Figura 5). A exploração dos materiais é feita com recurso a explosões controladas tanto na dimensão como no sector da pedreira onde são realizadas.



Figura 5 – Exploração de pedreiras para produção de cimento

A gestão da exploração da pedreira tenta equilibrar a qualidade dos diversos materiais extraídos, de forma a garantir a menor flutuação possível na mistura que se constituirá *a posteriori* bem como de otimizar o tempo de vida da pedreira.

2.3.2 Preparação e Moagem de Cru

Após a extracção, as matérias-primas apresentam-se em blocos, são britadas de forma a reduzir o seu diâmetro e transportadas até silos verticais ou horizontais. O armazenamento destes materiais é controlado para permitir uma pré-homogeneização mediante a sua colocação por camadas.

O cru é uma farinha homogeneizada e fina que mais tarde será cozida dando origem ao clinker. A sua qualidade terá reflexos no produto final e na eficiência de todo o restante processo produtivo. A produção do cru atravessa 3 etapas:

- preparação da mistura
- moagem
- homogeneização.

2.3.2.1 Preparação da Mistura

As matérias-primas são dosificadas em função da sua composição e da qualidade pretendida no produto a obter na próxima fase (clinker).

Na gestão desta fase do processo, são utilizados módulos que controlam a composição da mistura utilizada. A título de exemplo, apresentam-se alguns:

$$\text{Módulo Hidráulico} = \frac{CaO}{SiO_2 + AL_2O_3 + Fe_2O_3}$$

$$\text{Módulo de Sílica} = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3}$$

No cálculo destes módulos, os símbolos químicos são substituídos pelos valores de teor de cada um destes elementos na mistura inicial. O resultado destes cálculos permitirá enquadrar a qualidade da mistura e, através da estequiometria das reacções de produção dos óxidos pretendidos, prever a qualidade do clinker a produzir.

2.3.2.2 Moagem

Uma vez obtida a mistura ideal das matérias-primas a utilizar, procede-se à sua moagem. Este passo tem como objectivo produzir uma farinha fina. O aumento da finura das matérias-primas utilizadas permitirá potenciar a reactividade dos seus componentes químicos, via aumento da superfície exposta. Nesta fase, poderão ser adicionados outros materiais como areia, cinzas de pirite e bauxite, de forma a corrigir eventuais deficiências no teor dos compostos que constituem o cru e melhorar os módulos de constituição em função do tipo de clinker a produzir.

2.3.2.3 Homogeneização

O cru moído, com a finura apropriada, é armazenado em silos próprios para garantir a sua homogeneização antes da cozedura.

Os silos de homogeneização estão instalados com sistemas pneumáticos que induzem a movimentação e mistura do cru (ver Figura 6). É combinada a acção da gravidade, durante a entrada no silo, fluidificação de ar comprimido na base e extracção múltipla.



Figura 6 – Silo de homogeneização do cru

Durante esta fase, a mistura é controlada pelo teor de CaCO_3 à entrada e saída. O processo de homogeneização é gerido em função dos valores de teor em CaCO_3 medidos à saída do silo e da sua estabilização.

Na Figura 7, apresenta-se a evolução ao longo do tempo do teor em CaCO_3 medido à entrada (gráfico superior) e à saída (gráfico inferior) de um silo de homogeneização.

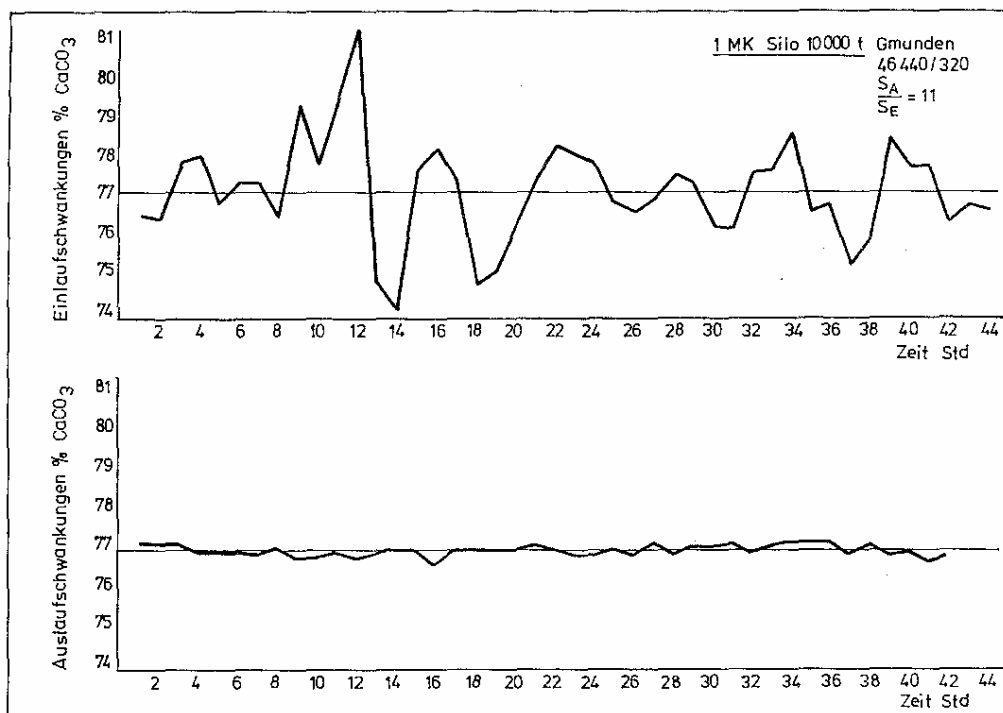


Figura 7 – Processo de homogeneização do cru

A homogeneização da farinha que posteriormente alimentará o forno de clinker condiciona a reactividade dos materiais durante a cozedura. É por isso um factor determinante na qualidade clinker a produzir durante a próxima fase.

2.3.3 Cozedura

A cozedura proporciona as condições necessárias à ocorrência das reacções químicas que produzirão os compostos necessários à resistência do cimento. Esta fase do processo é realizada em fornos industriais de grande dimensão e a temperaturas entre os 1 300 a 1 500 °C.

As infra-estruturas utilizadas para realizar esta fase do processo possuem zonas de pré-aquecimento, constituídas por ciclones que reaproveitam os gases quentes de escape para aquecer o material que será admitido (ver Figura 8).

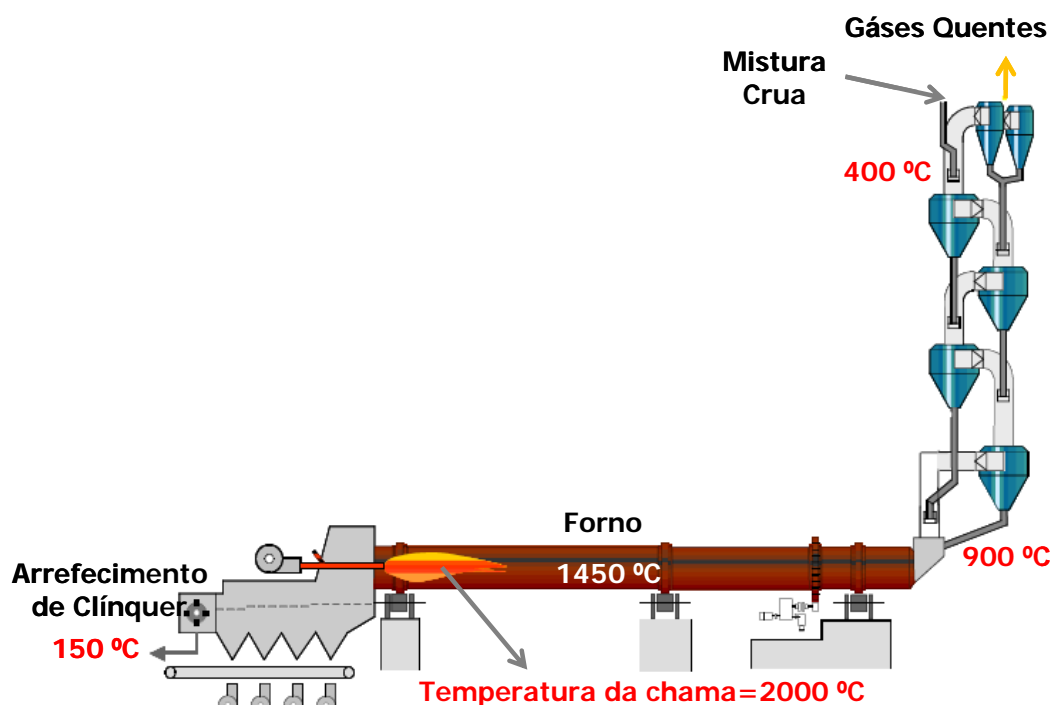


Figura 8 – Processo de cozedura

O material é encaminhado ao longo da torre de ciclones. Durante este período, vai adquirindo maior temperatura por intermédio do contacto com os gases de escape do forno, até aí dar entrada.

O processo de cozedura, ou clinkerização, ocorre no interior do forno propriamente dito. No interior deste equipamento, existe uma chama de aproximadamente 2 000 °C, capaz de produzir uma atmosfera com temperaturas entre os 1 300 e 1 500 °C (ver Figura 9).

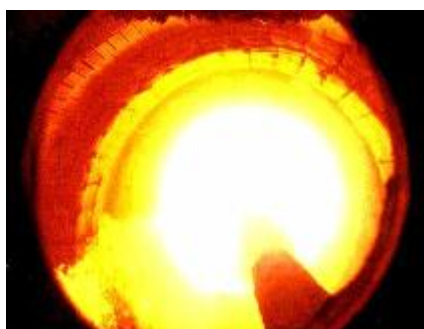


Figura 9 – Chama no interior do forno de clínquer

A potência calorífica da chama é conseguida por queima de diversos tipos de combustíveis em conjunto ou em separado: óleo pesado, coque de petróleo, resíduos sólidos urbanos e carvão. Este último constitui a maior parte do combustível utilizado e criou a necessidade das cimenteiras desenvolverem linhas de moagem de carvão para potenciar a sua reactividade e a eficiência da sua queima.

A farinha de cru que é admitida no sistema percorre o forno e é exposta a temperaturas cada vez maiores à medida que se desloca no seu interior. Ao longo de todo este percurso, são produzidas alterações químicas, dando-se origem ao clinker ilustrado na Figura 10.



Figura 10 – Grãos de clinker

A Tabela 2 sintetiza a sequência de reacções ocorridas durante o processo.

Tabela 2 – Etapas da produção de óxidos durante a cozedura

Temperatura	Processo
100 °C	Evaporação da água livre
340 °C	Decomposição do carbonato de magnésio
550 °C	Reacção da sílica, alumina e óxido de ferro com o calcário
305 a 1 000 °C	Decomposição do carbonato de cálcio
1 000 a 1 200 °C	Formação do 2CaOSiO_2 e desaparecimento do SiO_2 livre
1 250 a 1 280 °C	Fusão (início da fase líquida)
1 400 a 1 450 °C	Formação do $3\text{CaOAl}_2\text{O}_3$ e $4\text{CaOAl}_2\text{O}_3\text{Fe}_2\text{O}_3$; combinação da restante cal livre (CaO) com 2CaOSiO_2 para formar 3CaOSiO_2

À saída do forno, o clinker cozido é arrefecido de forma repentina para travar o desenvolvimento das alterações químicas (ver Figura 11).



Figura 11 – Clinker à saída do forno

Depois de arrefecido até temperaturas em torno de 150 °C, o clinker pode ser ensilado para utilização na próxima fase.

2.3.4 Moagem do Clinker

A fase seguinte do processo é a moagem de clinker, objecto de estudo do trabalho realizado.

A moagem do clinker, conjuntamente com outras matérias-primas, é necessária já que:

- o clinker não possui condições de trabalhabilidade que permitam a sua aplicação directa (a granulometria não permite constituição de massas homogéneas; não possui um regulador de endurecimento, só adicionado durante a moagem com mistura de gesso);
- a moagem do clinker permite aumentar a sua reactividade por aumento da superfície de contacto entre as partículas e pela adição de inertes, reduzindo o teor da matéria-prima no produto final e, consequentemente, o custo de cada tonelada de cimento produzida;
- permite diversificar o tipo de cimentos produzidos, garantindo uma melhor relação qualidade/custo.

A moagem de clinker é realizada com recurso a moinhos de bolas ou a moinhos verticais (ver Figura 12).



Figura 12 – Moinho de bolas utilizado na moagem do clinker

Durante o processo, as matérias-primas são dosificadas de acordo com o tipo de cimento a produzir e são introduzidas no moinho. O processo de moagem é conduzido de acordo com a finura e a composição pretendida.

Os circuitos de moagem de clinker, também designados por moagem de cimento, podem ser considerados em dois grandes grupos, distinguidos pela capacidade de separação e independentes do tipo de moinho:

- circuito aberto (instalações mais antigas);
- circuito fechado.

2.3.4.1 Moagem em Circuito Aberto

Nos processos de moagem em circuito aberto, não existe separação durante o processo. Os produtos moídos são transportados directamente para o armazenamento.

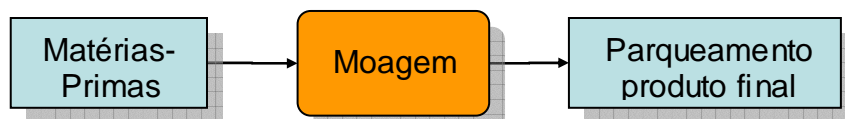


Figura 13 – Processo de moagem em circuito aberto

Estes sistemas foram os primeiros a serem construídos e utilizados, sendo menos complexos e requerendo investimentos inferiores. A ausência de separação em processo implica a sobre-moagem das partículas e, conseqüentemente, uma ineficiência energética e uma maior dispersão na granulometria do produto final (ver Figura 14). Na actualidade, são utilizados na moagem de farinha e de café, entre outros.

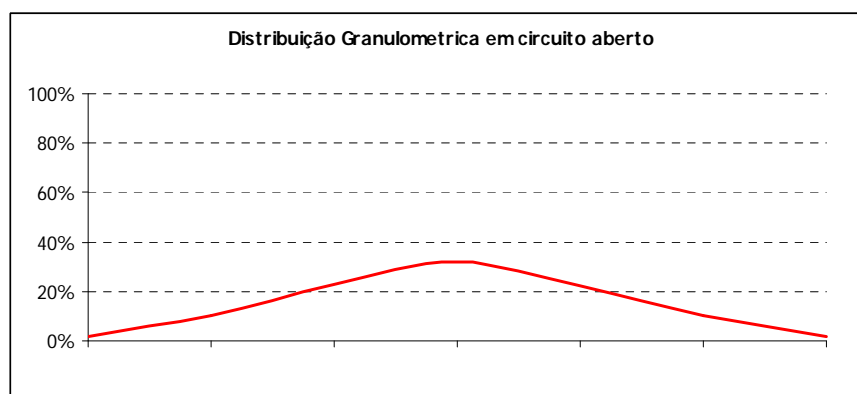


Figura 14 – Distribuição granulométrica em amostras moídas em circuito aberto

2.3.4.2 Moagem em Circuito Fechado

Na Figura 15, apresenta-se um fluxograma de processo para uma instalação de moagem em circuito fechado. Estes circuitos distinguem-se dos abertos pela existência de separação em processo.

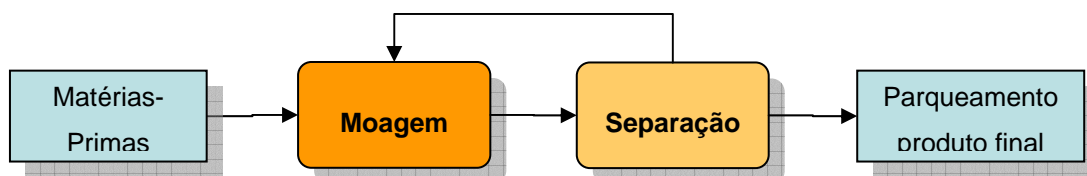


Figura 15 – Processo de moagem em circuito fechado

Numa fase posterior à moagem propriamente dita, os produtos moídos são conduzidos até um separador que, em função da granulometria pretendida, separa as partículas:

- partículas com diâmetro inferior ou igual ao desejado (produto final);
- partículas maiores que o desejado (retornam ao moinho).

A separação permite retirar do circuito as partículas que já se encontram processadas, possibilitando a sua substituição e evitando sobre-moagem. O produto final apresenta, por isso, uma curva granulométrica mais concentrada em torno da granulometria pretendida (ver Figura 16).

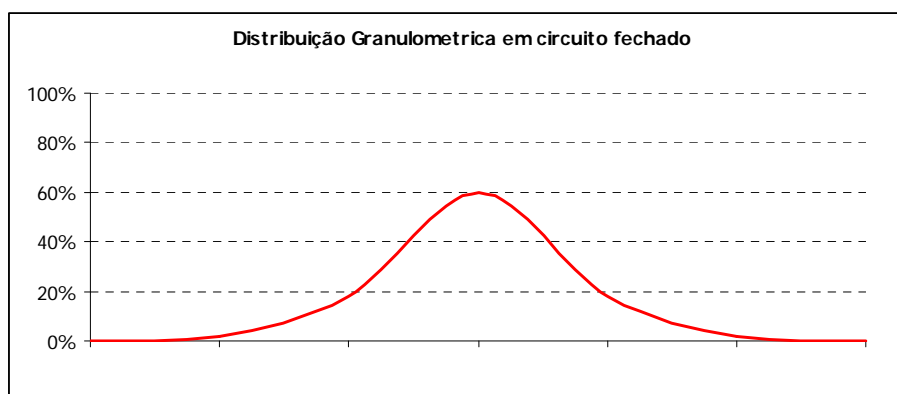


Figura 16 – Distribuição granulométrica em amostras moídas em circuito fechado

A separação surge como uma necessidade na indústria cimenteira, na medida em que o controlo de qualidade, cada vez mais apertado, obriga a um maior rigor no controlo da curva granulométrica obtida em processo.

2.3.5 Ensilagem e Embalamento

Depois de produzido, o cimento pode ser comercializado a granel ou embalado em função do tipo de cliente ou aplicação.

Como consequência do planeamento característico desta indústria e da capacidade de produção dos equipamentos utilizados, é normal encontrar nas fábricas de cimento silos de grande envergadura com capacidade de 5 000 toneladas. Estes silos são dotados de sistemas automáticos para carregamento das viaturas que dispensam a presença humana.

3. Moagem de Cimento

Um circuito de moagem tem como objectivo proceder à redução dos materiais admitidos. Ao moer-se, está a misturar e a reduzir o tamanho das partículas que compõem as matérias-primas. Pela acção física dos corpos moedores, existe uma homogeneização dos materiais fornecidos ao sistema e uma redução da sua granulometria, aumentando a sua superfície exposta.

Os processos de moagem em circuito fechado são mais complexos, requerem investimentos maiores e, por isso, são utilizados em fases do processo em que o controlo da finura dos produtos moídos é essencial, como na moagem do clinker ou do cru. Caracterizam-se pela presença de accionamentos de grande potência com elevados consumos energéticos, fazendo com que a repercussão da energia consumida no custo dos produtos fabricados seja elevada. O estudo e controlo da eficiência energética na utilização de moinhos permite otimizar as economias de escalas existentes nos processos de fabrico.

A produtividade dos circuitos de moagem é influenciada por inúmeras variáveis, cujo controlo é necessário para a manutenção da eficiência global do sistema produtivo.

3.1 Descrição do Circuito em Estudo

Será considerado o sistema representado na Figura 17, e seus constituintes, que passamos a descrever.

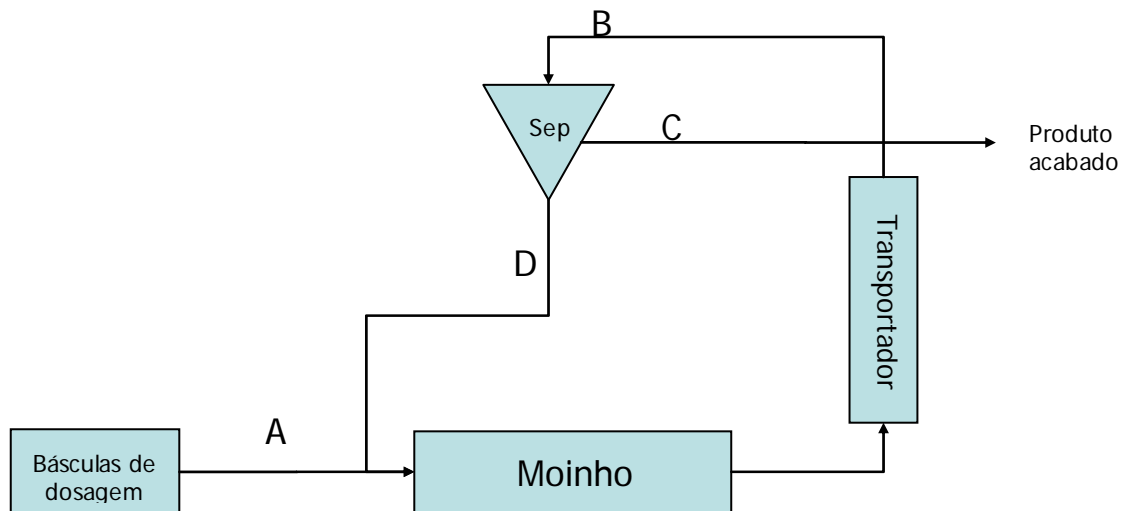


Figura 17 – Sistema de moagem em circuito fechado

- **Básculas de dosagem**

Equipamentos responsáveis pela pesagem das matérias-primas que constituem o fluxo de material que alimenta o moinho, de acordo com o tipo de cimento a produzir.

- **Moinho**

Principal órgão do sistema, tem forma tubular e contém bolas que constituem a carga moedora, sendo responsável por:

- homogeneização da mistura admitida, mediante a movimentação própria e dos corpos moedores, induzindo a entropia necessária no seu interior para produzir uma mistura homogênea;
- redução da granulometria do material admitido, mediante a aplicação de forças de fricção, impacto e deslizamento, produzidas pelos corpos moedores;
- secagem dos materiais admitidos, dado que as temperaturas geradas durante o funcionamento reduzem a humidade das matérias-primas.

Conforme podemos observar na Figura 18, o moinho está dividido em dois compartimentos, designados como câmaras, revestidos por placas de ferro fundido e cheias com bolas de diversas granulometrias.

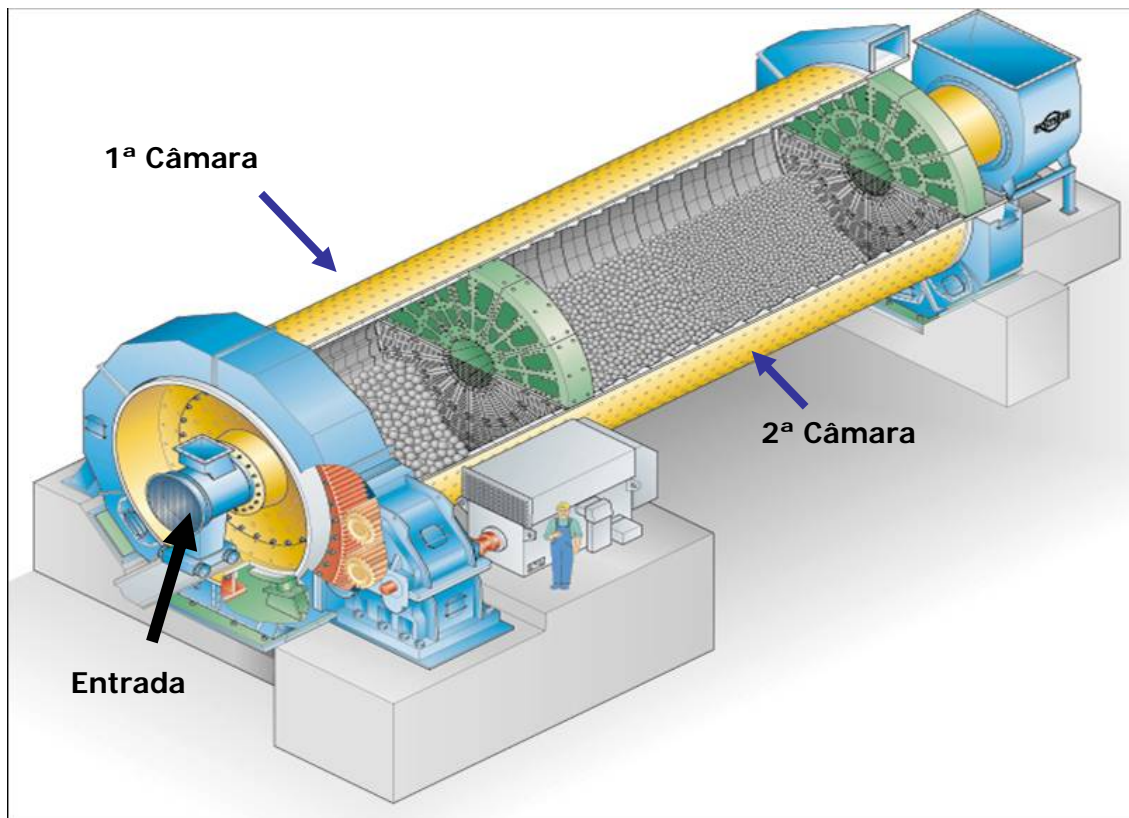


Figura 18 – Corte transversal de um moinho de bolas de duas câmaras

A primeira câmara recebe o material que entra no moinho. Possui bolas de maior diâmetro, até 90 mm, que permitem a aplicação de maior esforço de moagem no material admitido por intermédio das forças de impacto e compressão.

O revestimento da primeira câmara é constituído por placas em cunha que proporcionam um efeito levantador da carga moedora durante o movimento giratório do moinho (ver Figuras 19 e 20).

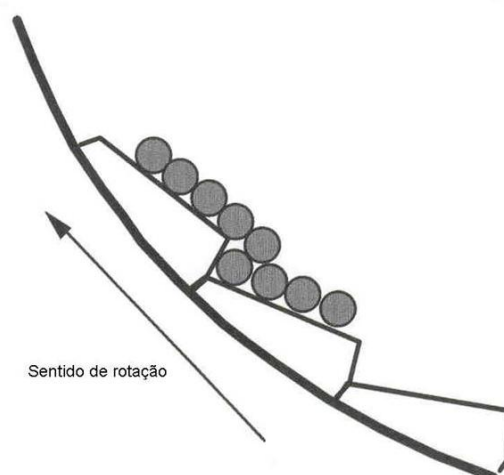


Figura 19 – Perfil levantador das placas de revestimento

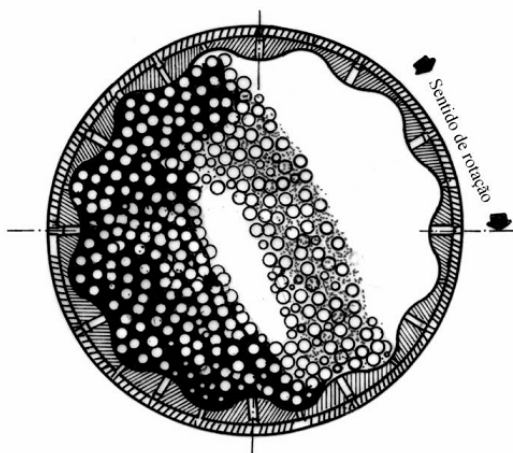


Figura 20 – Movimentos da carga moedora no interior do moinho

Normalmente, a segunda câmara possui bolas de diâmetro inferior a 50 mm e recebe o material pré-moido na primeira câmara, realizando a afinação da granulometria.

O revestimento deste compartimento provoca o deslizamento da carga moedora, proporcionando a criação de forças de fricção.

O material admitido circula pelo moinho, atravessando as duas câmaras até à zona de descarga, no final da segunda. Este movimento é facilitado pelo desenho das placas que o revestem interiormente e pela acção de ventilação interior a que está sujeito.

- Elevador de saída do moinho

Equipamento de transporte em altura, até ao separador, da mistura moída. É constituído por baldes (alcatruzes) que se enchem durante o funcionamento e transportam o material moído até à zona de descarga (cabeça).

- Separador

Na Figura 21 é representado um separador dinâmico de partículas. Este equipamento é responsável pela separação mecânica das partículas, de forma a garantir que o produto acabado possui a finura desejada.

O material moído pelo moinho e transportado pelo transportador é admitido ao separador que, pela rotação da sua jaula interior e pela aspiração aplicada no seu centro, faz com que os finos (partículas com a finura igual ou inferior à desejada) sejam admitidos para produto acabado e os grossos sejam enviados novamente ao moinho.

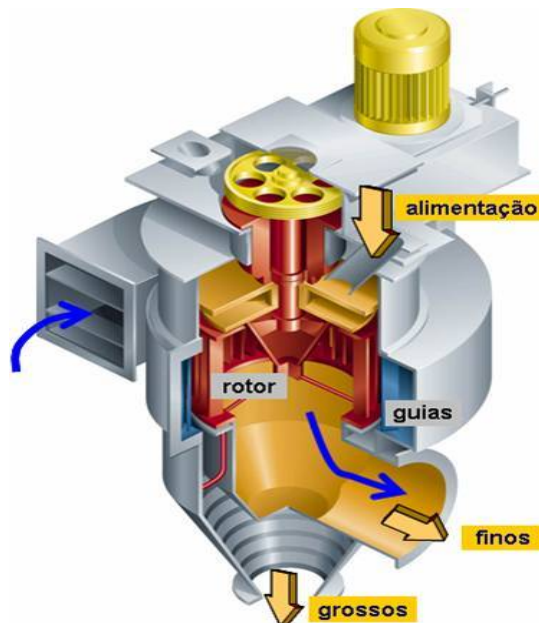


Figura 21 – Separador dinâmico de 3ª geração

A regulação do separador é feita por alteração das rotações da jaula interior, de acordo com a seguinte lógica:

- o aumento da rotação provoca maior dificuldade para as partículas penetrarem no interior do separador e, conseqüentemente, serem admitidas para produto acabado (logo, maior rotação maior finura);
- a diminuição da rotação facilita a entrada das partículas e assim partículas de maior diâmetro podem ser admitidas, sendo mais grosso o produto final.

3.2 Descrição das Variáveis em Estudo

Toda a instalação é controlada durante o seu funcionamento por intermédio do acompanhamento das variáveis de qualidade e de processo.

3.2.1 Variáveis de Qualidade

São as seguintes as variáveis de qualidade:

- Finura do Produto Acabado;
- Teor em Sulfatos e Carbonatos do Produto Acabado.

3.2.2 Variáveis de Processo

São as seguintes as variáveis de processo:

- Consumo Eléctrico do Motor do Moinho: consumo de energia associado ao funcionamento do motor (amperes);
- Consumo Eléctrico do Elevador de Saída do Moinho: consumo de energia associado ao funcionamento do motor do moinho, indicativo da carga a que está sujeito (amperes), sendo tanto maior quanto a quantidade de material transportado (ótimo: entre 85 a 90% do consumo máximo possível);
- Velocidade de Rotação do Separador: velocidade de rotação da jaula interior do separador (rotações por minuto, rpm);
- Velocidade do Ventilador do Separador: velocidade de funcionamento do ventilador de aspiração do separador, directamente relacionada com a força de sucção para produto final a que são sujeitas as partículas admitidas ao separador (rpm);
- Velocidade do Ventilador do Filtro do Moinho: velocidade de funcionamento do ventilador responsável pela ventilação interior do moinho, causando a aspiração das partículas que estão no seu interior que aumenta com a velocidade (rpm);
- Temperatura de Saída do Moinho: temperatura verificada no material que sai do moinho após moagem (graus celsius, °C, com ótimo entre 90 e 105 °C);
- Temperatura de Saída do Separador: temperatura verificada no material que sai do separador e é encaminhado para produto acabado (°C).

3.3 Descrição do Funcionamento Global do Sistema

As matérias-primas utilizadas são dosificadas nas quantidades necessárias pelas básculas de dosagem, em função do produto a produzir. A dosificação tem em consideração as percentagens estabelecidas para cada um dos componentes e o total de alimentação do sistema em cada momento.

Os materiais dosificados são transportados até ao moinho por intermédio de cintas transportadoras.

O moinho, pelo seu movimento giratório, induz a movimentação da carga moedora (bolas) que, pelo impacto sucessivo contra os materiais admitidos, realiza a homogeneização da mistura e a redução da sua granulometria.

A mistura agora moída não é ainda considerada como produto final. Depois do moinho, é transportada pelo elevador de saída até ao separador.

O separador realiza a classificação das partículas em função da finura desejada, fazendo retornar ao moinho as partículas grossas (retorno) e facilitando a passagem para produto final das partículas com finura igual ou inferior à desejada.

Trata-se de um sistema sem variações de massa significativas e que poderemos considerar praticamente como fechado. Tendo em conta a Figura 16 e representando os fluxos de materiais por

A: alimentação do moinho,

B: caudal de material que entra no separador,

C: caudal de material que é separado como produto final e

D: caudal de material que é retornado ao moinho para reprocessamento,

podemos afirmar que $A = C$ e $B = C + D$.

3.4 Principais Objectivos

Tendo em consideração que a potencia do motor do moinho é constante, a melhoria da eficiência energética do sistema passa pela maximização da produção ou, por relação directa, pela maximização da alimentação total do sistema.

Um circuito de moagem não tem um rendimento pré-definido e fixado, sendo este o resultado do comportamento de cada uma das variáveis a controlo durante o momento produtivo.

Ao longo da condução do processo as variáveis são controladas e são realizados ajustes no sistema para provocar a sua estabilização dentro dos intervalos definidos como óptimos.

O rendimento é por isso calculado *a posteriori*, tendo em conta a quantidade total produzida e o tempo de funcionamento da instalação, e pode ser diferente do valor observado em determinado momento da produção a que diz respeito.

Maximizar a alimentação, e portanto a produção total do sistema, significa reduzir os custos específicos associados à utilização dos recursos energéticos. A potência instalada

é constante, logo quanto maior for a quantidade produzida com recurso à mesma potência maior será o efeito de diluição do custo envolvido.

Este trabalho pretende tratar as relações causa/efeito existentes entre as variáveis e a forma como cada uma contribui para o resultado final (rendimento), através da:

- identificação das variáveis significativas para o resultado final;
- análise do contributo do comportamento de cada variável para o resultado final obtido.

Deste trabalho, poderão resultar premissas capazes de potenciar o desenvolvimento de uma ferramenta de previsão do comportamento do sistema face a alterações dos valores admissíveis nas variáveis a estudo.

4. Metodologia de Trabalho

O trabalho descrito neste documento desenvolveu-se ao longo de várias etapas, as primeiras das quais se reflectem nos dois capítulos anteriores. Assim, começou-se por caracterizar o problema abordado, contextualizando-o e estabelecendo os objectivos a atingir.

As etapas subsequentes, relativas à obtenção, tratamento e interpretação dos dados para dar resposta aos objectivos definidos, foram estruturadas da seguinte forma:

- selecção da amostra,
- recolha e codificação da informação,
- análise prévia da informação recolhida e afinação das variáveis,
- caracterização das variáveis,
- análise das relações de dependência entre variáveis,
- sintetização e interpretação da informação e
- reflexão sobre os resultados.

No capítulo seguinte, estas etapas são referidas mais pormenorizadamente, apresentando-se aí os resultados associados a cada uma delas.

Na Figura 22, apresenta-se o cronograma global do projecto.

Etapas	2008		2009									
	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out
1. Caracterização do problema												
2. Revisão bibliográfica												
3. Estabelecimento da metodologia												
4. Selecção da amostra												
5. Recolha e codificação da informação												
6. Análise prévia da informação recolhida e afinação das variáveis												
7. Caracterização das variáveis												
8. Análise das relações de dependência entre variáveis												
9. Sintetização e interpretação da informação												
10. Reflexão sobre os resultados												
11. Elaboração do documento final												

Figura 22 - Cronograma global do projecto

5. Resultados

5.1 Selecção da Amostra

Os dados recolhidos e tratados durante este estudo dizem respeito a momentos produtivos em que o centro de trabalho esteve em funcionamento. Cada uma das observações estudadas é fundamentalmente constituída pelos valores médios obtidos durante períodos de produção para as variáveis em estudo. Uma produção é considerada como o tempo de funcionamento registado dentro de um dia de 24 horas.

Os dados inicialmente recolhidos, referentes a produções realizadas em 2007, estavam distribuídos pelos diferentes centros de trabalhos e produtos produzidos conforme representado nas Figuras 23 a 26.



Figura 23 – Distribuição de observações entre centros produtivos

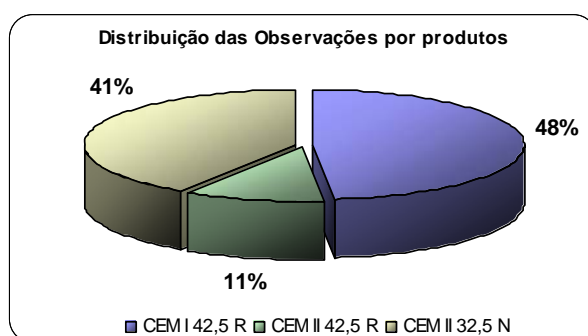


Figura 24 – Distribuição das observações pelos produtos produzidos

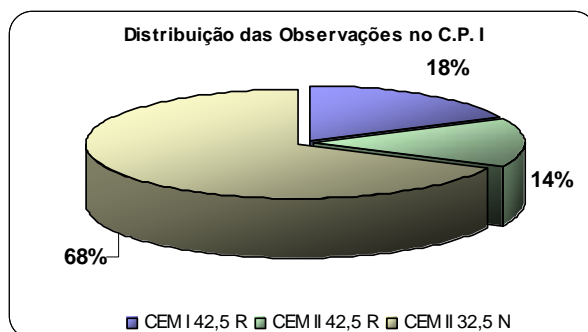


Figura 25 – Distribuição das Observações no Centro de Produção I

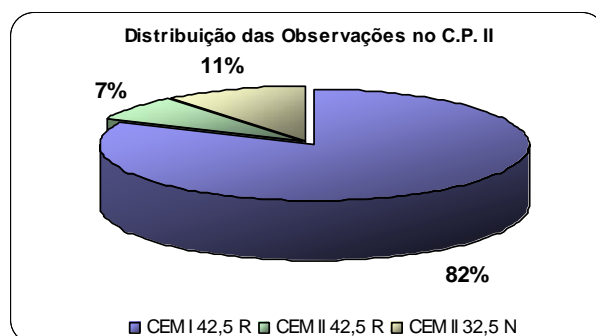


Figura 26 – Distribuição das observações no Centro de Produção II

Actualmente, o produto CEM II 32,5 N possui grande importância comercial e, consequentemente, produtiva. Optou-se, assim, por centrar este estudo neste produto e, como consequência, direccioná-lo para o Centro de Produção I, onde perto de 70% são referentes a este tipo de cimento.

5.2 Recolha e Codificação da Informação

Os dados existiam inicialmente em suporte físico e referiam-se a observações horárias de cada uma das variáveis durante os momentos produtivos. Para cada produção, foram calculadas as médias de cada uma das variáveis, introduzidas em Excel® e migradas para SPSS®. O tratamento de dados e interpretação dos resultados obtidos, foi suportado com consulta da bibliografia estatística referida no final deste documento, das quais se destaca:

- Hair, J.F., R.E. Anderson, R.L. Tatham e W.C. Black, 2005, *Multivariate Data Analysis*, 6ª edição, Prentice Hall.
- Pestana, M.H. e J.N. Gageiro, 2005, *Análise de Dados para Ciências Sociais*, 4ª edição, Edições Sílabo.

5.3 Análise Prévia da Informação Recolhida e Afinação das Variáveis

As observações consideradas, todas referentes a CEM II 32,5 N produzido no Centro de Produção I, foram analisadas, sendo excluídas aquelas que representam:

- produções muito curtas e descontínuas,

- produções em que se registaram incidências que resultaram na paragem da totalidade da instalação ou no funcionamento condicionado de qualquer um dos equipamentos que a constituem,
- produções em que se identificou ausência de controlo de alguma das variáveis e
- produções que pelas suas características e pelo contexto em que se realizaram não reflectem o comportamento do sistema em condições de operação normal.

Desta forma, tentou-se garantir que a amostra final, sobre a qual incidirá a análise, fosse constituída por observações que reflectissem tanto quanto possível a realidade operativa do centro de produção em causa.

A informação disponível é constituída por 19 variáveis:

- Data: dia em que se obtiveram os dados
- PROD: quantidade produzida (toneladas)
- DUR: duração da produção (minutos)
- ALIM: alimentação horária registada (toneladas/hora)
- RET: caudal de retorno (toneladas/hora)
- CLI: teor em clinker (%)
- GES: teor em gesso (%)
- CAL: teor em calcário (%)
- ADI: teor de aditivo (gramas/tonelada)
- GRA: finura obtida (%)
- CCMM: consumo do motor do moinho (A)
- CCMVFM: consumo do motor do ventilador do filtro do moinho (A)
- CCMRS: consumo do motor do rotor do separador (A)
- CCMVFS: consumo do motor do ventilador do filtro do separador (A)
- CCESM: consumo do elevador de saída do moinho (A)
- CCEPA: consumo do elevador de produto acabado (A)
- VS: velocidade do separador (rpm)
- VVF: velocidade do ventilador do filtro do separador (rpm)
- TEMP: temperatura de saída do moinho (°C).

A partir destas, foram ainda construídas as seguintes variáveis:

- Quantitativas

- Produção Média (PRODpm) = $\frac{PROD}{DUR}$ (toneladas/minuto)

- Eficiência (EFIC) = $\frac{PROD}{\frac{ALIM}{60} \times DUR}$

- Qualitativa

- Duração por Classes (DUR_CLA)

- 0-8h: produções com duração inferior a 8 horas
 - 8-16h: produções com duração entre 8 e 16 horas
 - 16-24h: produções com duração entre 16 e 24 horas.

5.4 Caracterização das Variáveis

Começou-se por identificar valores extraordinários registados pelas diferentes variáveis recorrendo a *boxplots* (ver Figuras 27 e 28). Optou-se por incluir no texto principal apenas alguns exemplos, podendo os restantes casos ser consultados no *output* global do SPSS® que se remeteu para anexo. Sempre que se achou conveniente, manteve-se a mesma opção ao longo deste capítulo.

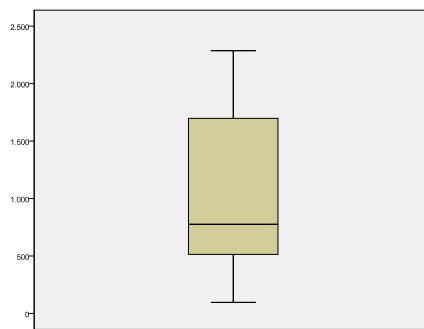


Figura 27 – Boxplot relativo à variável PROD

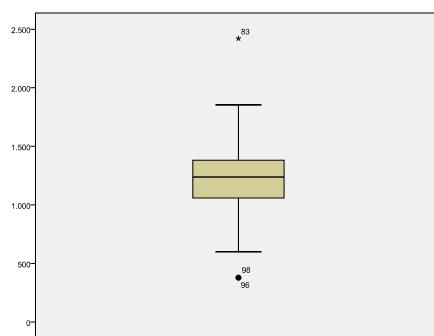


Figura 28 - Boxplot relativo à variável ADI

Foi possível identificar registos classificáveis como *outliers* ou mesmo como valores extremos. Após uma análise detalhada, tais registos foram mantidos no estudo por se achar que reflectiam realidades cuja frequência era compatível com o tamanho da amostra.

Seguidamente, procedeu-se à caracterização das variáveis pelo histograma, cálculo de estatísticas e teste à Normalidade.

Enquanto o Aditivo apresenta uma distribuição de frequências que indicia “normalidade” (Figura 29), a Produção é claramente bi-modal, com pequenas e grandes produções diárias (Figura 30).

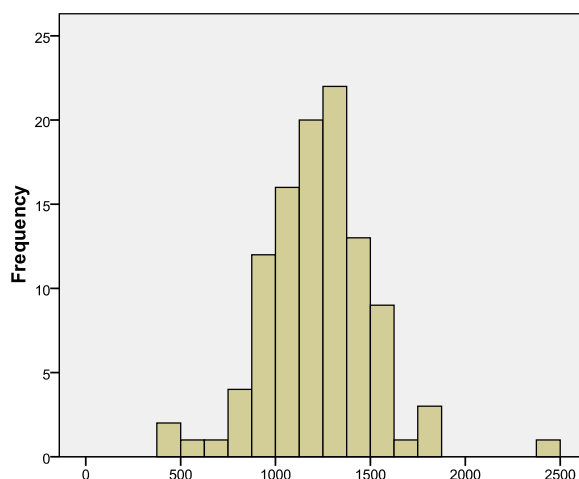


Figura 29 – Histograma da variável ADI

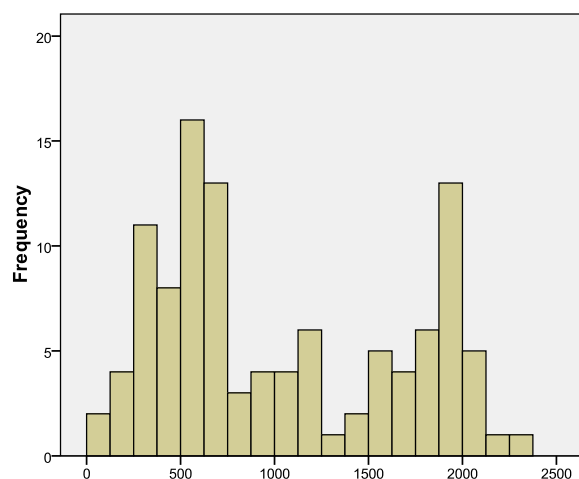


Figura 30 – Histograma da variável PROD

Na Tabela 3, indicam-se a média, o desvio-padrão e o coeficiente de assimetria para as diferentes variáveis quantitativas. Relativamente a este último, note-se que é sensivelmente igual o número de variáveis assimétricas à direita (por exemplo, a Produção) e à esquerda (por exemplo, a Produção Média).

Tabela 3 – Algumas estatísticas das variáveis em estudo

	N		Mean	Std. Deviation	Skewness
	Valid	Missing			
Produção (t)	109	0	1033,62	645,611	,377
Duração (m)	109	0	798,80	463,621	,276
Alimentação (t/h)	109	0	78,8439	8,06061	,004
Retorno (t/h)	109	0	232,6200	67,63073	-,729
Clinker (%)	109	0	,6478010	,02977409	,686
Gesso (%)	109	0	,0733174	,01634442	-,229
Calcário (%)	109	0	,2788728	,01989727	-1,279
Aditivo (g/t)	105	4	1216,27	286,493	,332
Grandes (%)	108	1	,028684	,0077818	,349
Cons. Motor Moinho (A)	109	0	334,76	6,377	-,765
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	109	0	138,20	26,651	,194
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	109	0	176,25	27,764	-,083
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	109	0	475,16	41,671	,113
Cons. El. Saída Moinho (A)	109	0	91,84	10,137	-,250
Cons. El. Prod. Acabado (A)	109	0	37,22	2,875	-,114
Vel. Sep. (rpm)	109	0	1205,37	56,242	-,364
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	109	0	747,74	38,700	,078
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	108	1	86,25	9,034	-,409
Produção média (t/m)	109	0	1,273714	,2050737	-,979
Eficiência (Produção/Alimentação)	109	0	,966238	,1071174	-1,740

Na Tabela 4, incluem-se os percentis 5 e 95, permitindo conhecer entre que valores se situam 90% dos registos. Realça-se o grande intervalo associado à Produção e à Duração, ao contrário do Clinker.

Tabela 4 - Percentis 5 e 95 para as variáveis em estudo

	N		Percentiles	
	Valid	Missing	5	95
Produção (t)	109	0	215,00	2026,50
Duração (m)	109	0	182,50	1440,00
Alimentação (t/h)	109	0	64,5000	94,0000
Retorno (t/h)	109	0	100,5000	300,0000
Clinker (%)	109	0	,6100000	,6976074
Gesso (%)	109	0	,0495098	,0904265
Calcário (%)	109	0	,2453576	,3000000
Aditivo (g/t)	105	4	800,00	1636,40
Grandes (%)	108	1	,013450	,040000
Cons. Motor Moinho (A)	109	0	322,50	345,00
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	109	0	106,86	181,00
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	109	0	130,00	221,50
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	109	0	416,00	536,74
Cons. El. Saída Moinho (A)	109	0	74,00	106,00
Cons. El. Prod. Acabado (A)	109	0	32,50	43,00
Vel. Sep. (rpm)	109	0	1100,00	1300,00
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	109	0	700,00	800,00
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	108	1	70,00	100,00
Produção média (t/m)	109	0	,927467	1,551487
Eficiência (Produção/Alimentação)	109	0	,765656	1,065453

De acordo com a Tabela 5, por exemplo, a distribuição do Aditivo pode ser considerada Normal, ao invés do que se passa com a Produção. Isto vem confirmar o que já havia sido dito sobre os respectivos histogramas.

Tabela 5 – Teste à Normalidade das variáveis em estudo

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Statistic	df	Sig.
Produção (t)	,172	109	,000
Duração (m)	,193	109	,000
Alimentação (t/h)	,089	109	,033
Retorno (t/h)	,183	109	,000
Clinker (%)	,175	109	,000
Gesso (%)	,243	109	,000
Calcário (%)	,134	109	,000
Aditivo (g/t)	,071	105	,200*
Grandes (%)	,095	108	,018
Cons. Motor Moinho (A)	,118	109	,001
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	,158	109	,000
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	,076	109	,155
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	,117	109	,001
Cons. El. Saída Moinho (A)	,070	109	,200*
Cons. El. Prod. Acabado (A)	,105	109	,005
Vel. Sep. (rpm)	,119	109	,001
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	,185	109	,000
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	,074	108	,176
Produção média (t/m)	,122	109	,000
Eficiência (Produção/Alimentação)	,261	109	,000

5.5 Análise das Relações de Dependência entre as Variáveis

Foram avaliadas relações de dependência entre variáveis utilizando a Regressão Linear Simples e Múltipla, para variáveis independentes quantitativas, e a Análise de Variância (ANOVA) para variáveis independentes qualitativas.

5.5.1 Regressão Linear Simples (RLS)

Através da RLS, tentou-se encontrar causas que justificassem variações na Produção e na Eficiência. A Tabela 6 sintetiza os resultados das análises efectuadas.

Verifica-se que a Duração explica muito da Produção e que por sua vez esta influencia um pouco a Eficiência. Curiosamente, a Duração não justifica a Eficiência nem tão pouco a Produção Média. A Alimentação e o Retorno têm ambos um relacionamento significativo com a Produção Média e com a Eficiência. Regista-se ainda o facto do Aditivo influenciar negativamente a Produção Média.

Tabela 6 – Resumo dos resultados relativos à RLS

Variável Dependente	Variável Independente	R2	Valor de Prova	Sinal do Coeficiente da Var. Independente
PROD	DUR	0,920	0,000	+
PRODpm	PROD	0,168	0,000	+
PRODpm	DUR	0,030	0,074	+
PRODpm	ALIM	0,646	0,000	+
PRODpm	RET	0,201	0,000	+
PRODpm	ADI	0,082	0,003	-
EFIC	PROD	0,039	0,040	+
EFIC	DUR	0,000	0,972	-
EFIC	ALIM	0,079	0,003	+
EFIC	RET	0,099	0,001	+
EFIC	ADI	0,010	0,301	-
EFIC	PRODpm	0,628	0,000	+

Nas Figuras 31 e 32, ilustra-se a forma como a Produção Média é influenciada tanto pela Alimentação como pelo Retorno, sendo óbvia a supremacia da Alimentação.

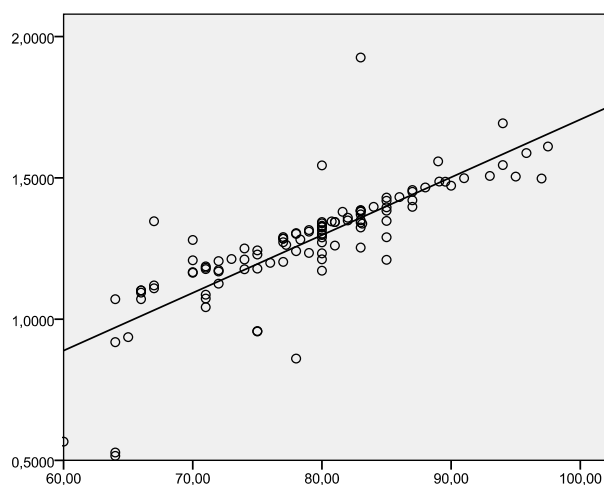


Figura 31 – RLS: PRODpm em função de ALIM

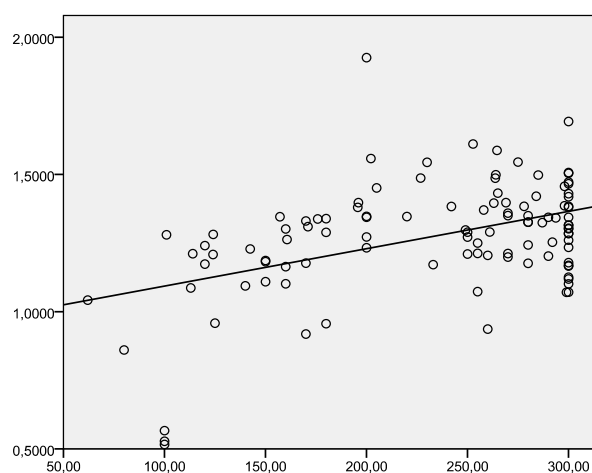


Figura 32 – RLS: PRODpm em função de RET

5.5.2 Regressão Linear Múltipla (RLM)

Analizou-se o comportamento da Produção Média e da Eficiência em função da totalidade das variáveis originais, usando para selecção de regressores o método *stepwise*.

5.5.2.1 RLM: Produção Média

A tentativa de explicar a Produção Média através de um modelo linear múltiplo não resultou, tendo apenas sido seleccionada a Alimentação (ver Figura 33).

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Alimentação (t/h)	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,806 ^a	,649	,645	,1210688

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2,736	1	2,736	186,672	,000 ^a
	Residual	1,480	101	,015		
	Total	4,217	102			

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,331	,118		-2,805	,006
	Alimentação (t/h)	,020	,001	,806	13,663	,000

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics
						Tolerance
1	Produção (t)	,028 ^a	,418	,677	,042	,789
	Duração (m)	-,082 ^a	-1,344	,182	-,133	,924
	Retorno (t/h)	,118 ^a	1,832	,070	,180	,822
	Clinker (%)	,001 ^a	,010	,992	,001	,834
	Gesso (%)	-,052 ^a	-,841	,402	-,084	,911
	Calcário (%)	,053 ^a	,827	,410	,082	,854
	Aditivo (g/t)	,004 ^a	,056	,956	,006	,868
	Grandes (%)	,007 ^a	,111	,912	,011	,862
	Cons. Motor Moinho (A)	,017 ^a	,281	,779	,028	,982
	Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	,058 ^a	,944	,347	,094	,933
	Cons. Motor Rotor Sep. (A)	,000 ^a	-,009	,993	,000	,908
	Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	-,058 ^a	-,959	,340	-,095	,953
	Cons. El. Saída Moinho (A)	,024 ^a	,351	,726	,035	,743
	Cons. El. Prod. Acabado (A)	,009 ^a	,107	,915	,011	,524
	Vel. Sep. (rpm)	-,038 ^a	-,618	,538	-,062	,905
	Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	-,041 ^a	-,657	,513	-,066	,916
	Temp. Ar Saída Moinho (°C)	,050 ^a	,841	,402	,084	,986

Figura 33 - RLM: PRODpm em função das variáveis originais

A ligeira alteração do Coeficiente de Determinação (R^2) relativamente ao valor incluído na Tabela 6 deve-se à diferença nas observações consideradas (são em menor número as observações sem faltas em qualquer das variáveis).

Vê-se ainda que o Retorno quase que entrava no modelo.

5.5.2.2 RLM: Eficiência

A tentativa de explicar a Eficiência através de um modelo linear múltiplo resultou na inclusão das variáveis Retorno, Consumo do Motor do Rotor do Separador e Consumo do Motor do Moinho, por esta ordem (ver Figura 34). Todavia, o Coeficiente de Determinação é baixo.

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Retorno (t/h)	.	Stepwise (Criteria: Probability-of- F-to-enter <= , 050, Probability-of- F-to-remove >= ,100).
2	Cons. Motor Rotor Sep. (A)	.	Stepwise (Criteria: Probability-of- F-to-enter <= , 050, Probability-of- F-to-remove >= ,100).
3	Cons. Motor Moinho (A)	.	Stepwise (Criteria: Probability-of- F-to-enter <= , 050, Probability-of- F-to-remove >= ,100).

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,291 ^a	,085	,076	,1026555
2	,365 ^b	,133	,116	,1004033
3	,432 ^c	,187	,162	,0977523

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,099	1	,099	9,377	,003 ^a
	Residual	1,064	101	,011		
	Total	1,163	102			
2	Regression	,155	2	,078	7,692	,001 ^b
	Residual	1,008	100	,010		
	Total	1,163	102			
3	Regression	,217	3	,072	7,576	,000 ^c
	Residual	,946	99	,010		
	Total	1,163	102			

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,862	,036		23,830	,000
	Retorno (t/h)	,000	,000	,291	3,062	,003
2	(Constant)	1,001	,069		14,555	,000
	Retorno (t/h)	,001	,000	,570	3,794	,000
	Cons. Motor Rotor Sep. (A)	-,001	,001	-,355	-2,363	,020
3	(Constant)	-,381	,547		-,697	,487
	Retorno (t/h)	,001	,000	,746	4,612	,000
	Cons. Motor Rotor Sep. (A)	-,002	,001	-,477	-3,099	,003
	Cons. Motor Moinho (A)	,004	,002	,256	2,549	,012

Model	Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics
					Tolerance
1	Produção (t)	,095 ^a	,973	,333	,097
	Duração (m)	-,094 ^a	-,973	,333	-,097
	Alimentação (t/h)	,196 ^a	1,892	,061	,186
	Clinker (%)	-,135 ^a	-1,421	,158	-,141
	Gesso (%)	,083 ^a	,838	,404	,084
	Calcário (%)	,153 ^a	1,610	,110	,159
	Aditivo (g/t)	-,026 ^a	-,263	,793	-,026
	Grandes (%)	,087 ^a	,902	,369	,090
	Cons. Motor Moinho (A)	,159 ^a	1,600	,113	,158
	Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	-,078 ^a	-,764	,446	-,076
	Cons. Motor Rotor Sep. (A)	-,355 ^a	-2,363	,020	-,230
	Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	,180 ^a	1,576	,118	,156
	Cons. El. Saída Moinho (A)	-,407 ^a	-1,901	,060	-,187
	Cons. El. Prod. Acabado (A)	,115 ^a	1,148	,254	,114
	Vel. Sep. (rpm)	-,096 ^a	-,985	,327	-,098
	Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	,192 ^a	1,795	,076	,177
	Temp. Ar Saída Moinho (°C)	-,069 ^a	-,656	,513	-,065
2	Produção (t)	,079 ^b	,815	,417	,082
	Duração (m)	-,096 ^b	-1,019	,311	-,102
	Alimentação (t/h)	,185 ^b	1,815	,073	,179
	Clinker (%)	-,034 ^b	-,317	,752	-,032
	Gesso (%)	-,081 ^b	-,674	,502	-,068
	Calcário (%)	,099 ^b	1,018	,311	,102
	Aditivo (g/t)	-,032 ^b	-,323	,747	-,032
	Grandes (%)	,000 ^b	,000	1,000	,000
	Cons. Motor Moinho (A)	,256 ^b	2,549	,012	,248
	Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	,027 ^b	,242	,809	,024
	Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	,143 ^b	1,255	,212	,125
	Cons. El. Saída Moinho (A)	-,124 ^b	-,425	,672	-,043
	Cons. El. Prod. Acabado (A)	,117 ^b	1,192	,236	,119
	Vel. Sep. (rpm)	,027 ^b	,241	,810	,024
	Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	,191 ^b	1,828	,071	,181
	Temp. Ar Saída Moinho (°C)	,040 ^b	,350	,727	,035
3	Produção (t)	,040 ^c	,416	,679	,042
	Duração (m)	-,110 ^c	-1,206	,231	-,121
	Alimentação (t/h)	,110 ^c	1,037	,302	,104
	Clinker (%)	,028 ^c	,262	,794	,026
	Gesso (%)	-,146 ^c	-1,232	,221	-,124
	Calcário (%)	,056 ^c	,584	,561	,059
	Aditivo (g/t)	-,001 ^c	-,012	,991	-,001
	Grandes (%)	,031 ^c	,304	,762	,031
	Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	,197 ^c	1,650	,102	,164
	Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	,009 ^c	,067	,946	,007
	Cons. El. Saída Moinho (A)	-,193 ^c	-,679	,499	-,068
	Cons. El. Prod. Acabado (A)	,060 ^c	,604	,547	,061
	Vel. Sep. (rpm)	-,040 ^c	-,362	,718	-,037
	Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	,067 ^c	,545	,587	,055
	Temp. Ar Saída Moinho (°C)	,074 ^c	,667	,506	,067

Figura 34 - RLM: EFIC em função das variáveis originais

5.5.3 Análise de Variância (ANOVA)

Recorreu-se à ANOVA para comparar os valores esperados tanto da Produção Média como da Eficiência entre os diferentes grupos de produções (organizados em função da Duração).

5.5.3.1 Produção Média Vs. Duração por Classes

No caso da Produção Média, as diferenças nas médias dos três grupos não são muito significativas (ver Figura 35). No entanto, há algum aumento com a Duração.

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,213 ^a	2	,107	2,608	,078
Intercept	160,301	1	160,301	3925,192	,000
DUR_CLA	,213	2	,107	2,608	,078
Error	4,329	106	,041		
Total	181,378	109			
Corrected Total	4,542	108			

Duração por classes	N	Subset
0-8h	46	1,224837
8-16h	22	1,283371
16-24h	41	1,323368
Sig.		,148

Figura 35 – ANOVA: PRODpm em função de DUR_CLA

5.5.3. Eficiência Vs. Duração por Classes

No caso da Eficiência, as diferenças nas médias dos três grupos não são significativas de todo (ver Figura 36).

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,000 ^a	2	,000	,012	,988
Intercept	91,666	1	91,666	7842,793	,000
DUR_CLA	,000	2	,000	,012	,988
Error	1,239	106	,012		
Total	103,003	109			
Corrected Total	1,239	108			

Duração por classes	N	Subset
8-16h	22	,963445
0-8h	46	,966094
16-24h	41	,967897
Sig.		,986

Figura 36 – ANOVA: EFIC em função de DUR_CLA

5.6 Sintetização e Interpretação da Informação

Foi estudada a possibilidade de realizar agrupamento de variáveis e/ou observações. Os objectivos principais são a redução dos dados, encontrando as suas reais dimensões, e, posteriormente, a interpretação de tais dimensões.

5.6.1 Análise Factorial de Componentes Principais (AFCP)

O agrupamento das vinte variáveis quantitativas em estudo recorreu à Análise Factorial de Componentes Principais.

Com base na Figura 37, foram seleccionadas as seis componentes com contribuições para a variância superiores à unidade. Contudo, esta solução representava mal o Aditivo (apenas 48,6%), conforme se pode observar na parte esquerda da Figura 38.

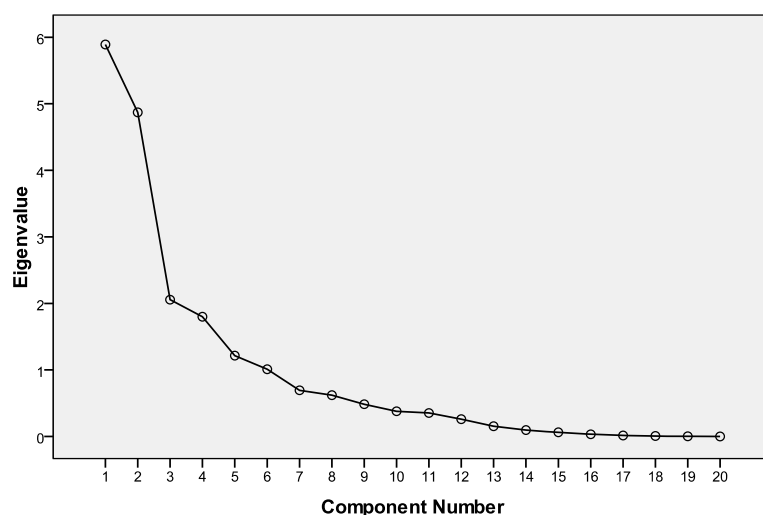


Figura 37 – AFCP: contribuições das componentes

Aumentando para sete componentes, todas as variáveis passam a estar bem representadas (ver parte direita da Figura 38). Mesmo a Temperatura do Ar à Saída do Moinho está perto dos 70%.

Communalities			Communalities		
	Initial	Extraction		Initial	Extraction
Produção (t)	1,000	,982	Produção (t)	1,000	,983
Duração (m)	1,000	,976	Duração (m)	1,000	,976
Alimentação (t/h)	1,000	,839	Alimentação (t/h)	1,000	,868
Retorno (t/h)	1,000	,859	Retorno (t/h)	1,000	,902
Clinker (%)	1,000	,967	Clinker (%)	1,000	,968
Gesso (%)	1,000	,793	Gesso (%)	1,000	,814
Calcário (%)	1,000	,828	Calcário (%)	1,000	,835
Aditivo (g/t)	1,000	,486	Aditivo (g/t)	1,000	,847
Grandes (%)	1,000	,769	Grandes (%)	1,000	,769
Cons. Motor Moinho (A)	1,000	,727	Cons. Motor Moinho (A)	1,000	,816
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	1,000	,798	Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	1,000	,804
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	1,000	,949	Cons. Motor Rotor Sep. (A)	1,000	,960
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	1,000	,936	Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	1,000	,936
Cons. El. Saída Moinho (A)	1,000	,945	Cons. El. Saída Moinho (A)	1,000	,953
Cons. El. Prod. Acabado (A)	1,000	,738	Cons. El. Prod. Acabado (A)	1,000	,738
Vel. Sep. (rpm)	1,000	,783	Vel. Sep. (rpm)	1,000	,839
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	1,000	,913	Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	1,000	,914
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	1,000	,656	Temp. Ar Saída Moinho (°C)	1,000	,699
Produção média (t/m)	1,000	,978	Produção média (t/m)	1,000	,980
Eficiência (Produção/Alimentação)	1,000	,922	Eficiência (Produção/Alimentação)	1,000	,935

Figura 38 – AFCP: representação das variáveis na solução (esquerda - 6; direita - 7)

A solução com sete componentes explica mais de 87% da variância total, conseguindo-se aproximá-las com uma rotação ortogonal (Tabela 7).

Tabela 7 – AFCP: distribuição da variância pelas componentes sem e com rotação

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	5,892	29,460	29,460	5,892	29,460	29,460	4,421	22,103	22,103
2	4,871	24,356	53,816	4,871	24,356	53,816	3,435	17,175	39,277
3	2,055	10,277	64,093	2,055	10,277	64,093	2,530	12,650	51,928
4	1,799	8,994	73,086	1,799	8,994	73,086	2,164	10,820	62,747
5	1,215	6,074	79,160	1,215	6,074	79,160	2,015	10,075	72,822
6	1,011	5,053	84,214	1,011	5,053	84,214	1,912	9,561	82,383
7	,694	3,468	87,682	,694	3,468	87,682	1,060	5,300	87,682
8	,620	3,102	90,784						
9	,484	2,422	93,206						
10	,379	1,893	95,099						
11	,352	1,762	96,861						
12	,259	1,295	98,156						
13	,153	,764	98,920						
14	,097	,484	99,404						
15	,062	,310	99,713						
16	,032	,162	99,875						
17	,015	,076	99,951						
18	,007	,035	99,986						
19	,003	,014	99,999						
20	,000	,001	100,000						

Na Tabela 8, apresentam-se as correlações entre as variáveis de partida e as sete componentes rodadas.

Tabela 8 – AFCP: correlações entre as variáveis e as componentes rodadas

	Component						
	1	2	3	4	5	6	7
Produção (t)	,123	,174	,027	,950	,049	,159	-,079
Duração (m)	,056	,084	-,028	,976	-,009	-,055	-,096
Alimentação (t/h)	,310	,572	,238	,263	,465	,321	-,010
Retorno (t/h)	-,137	,832	-,361	,087	,057	,212	-,072
Clinker (%)	-,941	,004	-,005	-,076	-,104	-,135	,219
Gesso (%)	,799	-,217	,088	,225	,263	-,014	,028
Calcário (%)	,776	,181	-,067	-,072	-,061	,231	-,365
Aditivo (g/t)	-,162	-,271	-,076	-,198	-,204	-,004	,813
Grandes (%)	,170	,030	-,119	-,049	,848	,056	-,041
Cons. Motor Moinho (A)	-,004	-,085	,857	,038	-,192	,123	-,143
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	-,767	,206	-,345	-,213	-,091	,029	,004
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	-,402	,874	-,027	,034	-,145	,017	-,101
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	,635	-,276	,660	-,064	,115	-,027	,044
Cons. El. Saída Moinho (A)	-,240	,886	-,168	,165	,105	,105	-,179
Cons. El. Prod. Acabado (A)	,217	,514	,286	,057	,553	,140	-,125
Vel. Sep. (rpm)	-,056	,100	,511	-,121	-,654	-,205	,283
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	,540	-,147	,769	,009	,050	,027	,074
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	-,717	,296	-,181	,060	-,156	,081	-,170
Produção média (t/m)	,195	,399	,153	,164	,312	,797	-,014
Eficiência (Produção/Alimentação)	-,012	,068	-,006	-,009	,036	,964	-,023

Na tentativa de interpretar o significado das componentes obtidas, com base nos valores da Tabela 8, agrupam-se na Tabela 9 as variáveis mais correlacionadas com cada uma delas. De entre estas variáveis, realçam-se a negrito as principais. As variáveis a

vermelho são aquelas que integram mais do que um grupo, logo menos interessantes para a interpretação.

Tabela 9 – AFCP: variáveis associadas a cada componente

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7
CLI	ALIM	CCMM	PROD	GRA	PRODpm	ADI
GES	RET	CCMVFS	DUR	CCEPA	EFIC	
CAL	CCMRS	VS		VS		
CCMVFM	CCESM	VVFS				
CCMVFS	CCEPA					
VVFS						
TEMP						

5.6.2 Análise de Clusters (AC)

O agrupamento de observações recorreu à Análise de *Clusters* com procedimento hierárquico e padronização das variáveis Produção, Duração, Produção Média, Eficiência, Alimentação, Clinker, Aditivo e Consumo do Motor do Moinho.

A análise da sequência de agrupamento e respectivas proximidades (ver Figura 39) permitiu identificar como potencialmente interessantes as soluções com dois e três grupos.

Agglomeration Schedule						
Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	75	76	,025	0	0	14
2	60	70	,064	0	0	5
3	3	8	,149	0	0	66
4	26	30	,253	0	0	27
94	1	36	242,186	87	89	98
95	2	18	264,840	90	83	98
96	54	81	287,595	0	88	100
97	20	25	310,399	70	82	101
98	1	2	338,595	94	95	100
99	3	89	371,018	93	85	101
100	1	54	407,178	98	96	102
101	3	20	458,084	99	97	104
102	1	9	517,274	100	91	103
103	1	49	632,605	102	92	104
104	1	3	832,000	103	101	0

Figura 39 – AC: sequência de agrupamento

Verificadas ambas as soluções (Figura 40), detectou-se que na solução com três grupos um deles apenas continha quatro observações. Assim, optou-se por seleccionar a solução com dois grupos.

Case	3 Clusters	2 Clusters			
1:Case 1	1	1	53:Case 53	2	2
2:Case 2	1	1	54:Case 54	1	1
3:Case 3	2	2	55:Case 55	1	1
4:Case 4	2	2	56:Case 56	2	2
5:Case 5	2	2	57:Case 57	1	1
6:Case 6	2	2	58:Case 58	1	1
7:Case 7	2	2	59:Case 59	1	1
8:Case 8	2	2	60:Case 60	1	1
9:Case 9	1	1	61:Case 61	1	1
10:Case 10	2	2	62:Case 62	1	1
11:Case 11	2	2	63:Case 63	1	1
12:Case 12	1	1	64:Case 64	1	1
13:Case 13	1	1	65:Case 65	1	1
14:Case 14	1	1	66:Case 66	1	1
15:Case 15	2	2	67:Case 67	2	2
16:Case 16	2	2	68:Case 68	1	1
17:Case 17	1	1	69:Case 69	1	1
18:Case 18	1	1	70:Case 70	1	1
19:Case 19	1	1	71:Case 71	1	1
20:Case 20	2	2	72:Case 72	2	2
21:Case 21	2	2	73:Case 73	1	1
22:Case 22	1	1	74:Case 74	3	1
23:Case 23	1	1	75:Case 75	1	1
24:Case 24	1	1	76:Case 76	1	1
25:Case 25	2	2	77:Case 77	1	1
26:Case 26	2	2	78:Case 78	1	1
27:Case 27	1	1	79:Case 79	1	1
28:Case 28	1	1	80:Case 80	2	2
29:Case 29	2	2	81:Case 81	1	1
30:Case 30	2	2	82:Case 82	1	1
31:Case 31	1	1	83:Case 83	1	1
32:Case 32	1	1	84:Case 84	1	1
33:Case 33	1	1	85:Case 85	1	1
34:Case 34	2	2	86:Case 86	1	1
35:Case 35	1	1	87:Case 87	1	1
36:Case 36	1	1	88:Case 88	1	1
37:Case 37	2	2	89:Case 89	2	2
38:Case 38	2	2	90:Case 90	2	2
39:Case 39	2	2	91:Case 91	1	1
40:Case 40	1	1	92:Case 92	1	1
41:Case 41	2	2	93:Case 93	1	1
42:Case 42	1	1	94:Case 94	1	1
43:Case 43	1	1	95:Case 95	1	1
44:Case 44	2	2	96:Case 96	2	2
45:Case 45	2	2	97:Case 97	2	2
46:Case 46	1	1	98:Case 98	1	1
47:Case 47	2	2	99:Case 99	1	1
48:Case 48	2	2	99:Case 100	2	2
49:Case 49	3	1	100:Case 101	1	1
50:Case 50	3	1	101:Case 102	1	1
51:Case 51	3	1	102:Case 103	1	1
52:Case 52	2	2	103:Case 107	1	1
			104:Case 108	2	2
			105:Case 109	1	1

Figura 40 – AC: soluções com dois e três grupos

Na solução considerada, os grupos apresentam uma dimensão não muito desequilibrada (67:38).

Para ajudar a diferenciar os grupos, compararam-se os valores esperados para as vinte variáveis quantitativas (ver Tabela 10). Foram encontradas diferenças significativas relativamente às variáveis Produção, Duração, Alimentação, Retorno, Clinker, Gesso, Aditivo, Consumo do Motor do Ventilador do Filtro do Moinho, Consumo do Elevador de Saída do Moinho e Produção Média.

Tabela 10 – AC: comparação de valores esperados para os dois grupos

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Produção (t)	Between Groups	3,411E7	1	3,411E7	371,546	,000
	Within Groups	9455202,245	103	91798,080		
	Total	4,356E7	104			
Duração (m)	Between Groups	1,638E7	1	1,638E7	272,587	,000
	Within Groups	6188218,193	103	60079,788		
	Total	2,257E7	104			
Alimentação (t/h)	Between Groups	717,294	1	717,294	12,500	,001
	Within Groups	5910,536	103	57,384		
	Total	6627,829	104			
Retorno (t/h)	Between Groups	26487,661	1	26487,661	6,016	,016
	Within Groups	453484,303	103	4402,760		
	Total	479971,964	104			
Clinker (%)	Between Groups	,007	1	,007	8,142	,005
	Within Groups	,086	103	,001		
	Total	,092	104			
Gesso (%)	Between Groups	,003	1	,003	10,475	,002
	Within Groups	,025	103	,000		
	Total	,027	104			
Calcário (%)	Between Groups	,001	1	,001	2,917	,091
	Within Groups	,037	103	,000		
	Total	,039	104			
Aditivo (g/t)	Between Groups	917671,415	1	917671,415	12,407	,001
	Within Groups	7618471,118	103	73965,739		
	Total	8536142,533	104			
Grandes (%)	Between Groups	,000	1	,000	,033	,856
	Within Groups	,006	102	,000		
	Total	,006	103			
Cons. Motor Moinho (A)	Between Groups	8,018	1	8,018	,190	,664
	Within Groups	4344,747	103	42,182		
	Total	4352,765	104			
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	Between Groups	6441,617	1	6441,617	9,818	,002
	Within Groups	67576,477	103	656,082		
	Total	74018,095	104			
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	Between Groups	630,076	1	630,076	,840	,362
	Within Groups	77298,540	103	750,471		
	Total	77928,616	104			
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	Between Groups	41,322	1	41,322	,023	,879
	Within Groups	183721,881	103	1783,708		
	Total	183763,203	104			
Cons. El. Saída Moinho (A)	Between Groups	720,849	1	720,849	7,667	,007
	Within Groups	9684,577	103	94,025		
	Total	10405,426	104			
Cons. El. Prod. Acabado (A)	Between Groups	16,334	1	16,334	2,044	,156
	Within Groups	823,025	103	7,991		
	Total	839,358	104			
Vel. Sep. (rpm)	Between Groups	6202,235	1	6202,235	1,928	,168
	Within Groups	331289,203	103	3216,400		
	Total	337491,438	104			
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	Between Groups	1014,458	1	1014,458	,669	,415
	Within Groups	156088,533	103	1515,423		
	Total	157102,990	104			
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	Between Groups	3,203	1	3,203	,039	,844
	Within Groups	8418,282	102	82,532		
	Total	8421,485	103			
Produção média (t/m)	Between Groups	,406	1	,406	10,676	,001
	Within Groups	3,914	103	,038		
	Total	4,320	104			
Eficiência (Produção/Alimentação)	Between Groups	,029	1	,029	2,512	,116
	Within Groups	1,187	103	,012		
	Total	1,216	104			

Relativamente às variáveis com diferenças nos valores esperados, apenas o Clinker, o Aditivo e o Consumo do Motor do Ventilador do Filtro do Moinho apresentam valores superiores no primeiro grupo (ver Tabela 11).

Tabela 11– AC: caracterização dos dois grupos

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
Produção (t)	1	67	603,36	325,350	39,748	524,00	682,72	96	1978
	2	38	1789,37	258,318	41,905	1704,46	1874,28	1175	2286
	Total	105	1032,58	647,201	63,160	907,33	1157,83	96	2286
Duração (m)	1	67	502,56	278,358	34,007	434,67	570,46	75	1440
	2	38	1324,39	170,399	27,642	1268,39	1380,40	862	1440
	Total	105	799,99	465,804	45,458	709,84	890,13	75	1440
Alimentação (t/h)	1	67	76,7934	7,96785	,97343	74,8499	78,7369	60,00	97,00
	2	38	82,2324	6,81892	1,10617	79,9910	84,4737	66,00	97,50
	Total	105	78,7618	7,98305	,77907	77,2169	80,3067	60,00	97,50
Retorno (t/h)	1	67	218,7299	75,33401	9,20351	200,3544	237,1053	62,00	300,00
	2	38	251,7811	46,18419	7,49206	236,6007	266,9614	157,13	300,00
	Total	105	230,6912	67,93464	6,62974	217,5442	243,8383	62,00	300,00
Clinker (%)	1	67	,6547167	,03083781	,00376744	,6471947	,6622386	,61000	,74120
	2	38	,6380083	,02486051	,00403291	,6298368	,6461797	,60850	,71006
	Total	105	,6486698	,02980722	,00290889	,6429014	,6544383	,60850	,74120
Gesso (%)	1	67	,0697114	,01614411	,00197232	,0657736	,0736493	,04416	,09184
	2	38	,0799189	,01436930	,00233101	,0751958	,0846419	,04548	,09062
	Total	105	,0734055	,01622195	,00158310	,0702662	,0765449	,04416	,09184
Calçário (%)	1	67	,2755222	,02083216	,00254505	,2704409	,2806036	,19876	,30700
	2	38	,2821353	,01542252	,00250186	,2770660	,2872046	,23134	,30598
	Total	105	,2779155	,01924128	,00187776	,2741919	,2816392	,19876	,30700
Aditivo (g/t)	1	67	1286,67	284,977	34,815	1217,16	1356,18	800	2420
	2	38	1092,13	247,064	40,079	1010,92	1173,34	378	1400
	Total	105	1216,27	286,493	27,959	1160,82	1271,71	378	2420
Grandes (%)	1	66	,028865	,0084020	,0010342	,026800	,030931	,0120	,0590
	2	38	,028571	,0070744	,0011476	,026246	,030896	,0105	,0410
	Total	104	,028758	,0079087	,0007755	,027220	,030296	,0105	,0590
Cons. Motor Moinho (A)	1	67	334,62	4,960	,606	333,41	335,83	315	345
	2	38	335,19	8,576	1,391	332,37	338,01	315	345
	Total	105	334,82	6,469	,631	333,57	336,08	315	345
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	1	67	143,15	27,245	3,329	136,51	149,80	107	200
	2	38	126,85	22,412	3,636	119,49	134,22	105	170
	Total	105	137,25	26,678	2,604	132,09	142,42	105	200
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	1	67	173,34	29,872	3,650	166,05	180,63	94	230
	2	38	178,44	22,302	3,618	171,11	185,77	145	228
	Total	105	175,18	27,374	2,671	169,89	180,48	94	230
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	1	67	475,60	41,894	5,118	465,38	485,82	415	566
	2	38	476,90	42,833	6,948	462,83	490,98	410	530
	Total	105	476,07	42,035	4,102	467,94	484,21	410	566
Cons. El. Saída Moinho (A)	1	67	89,48	10,755	1,314	86,86	92,11	67	109
	2	38	94,94	7,443	1,207	92,49	97,38	80	106
	Total	105	91,46	10,003	,976	89,52	93,39	67	109
Cons. El. Prod. Acabado (A)	1	67	36,88	3,042	,372	36,14	37,63	27	44
	2	38	37,70	2,395	,388	36,92	38,49	32	43
	Total	105	37,18	2,841	,277	36,63	37,73	27	44
Vel. Sep. (rpm)	1	67	1211,22	57,613	7,038	1197,17	1225,28	1025	1350
	2	38	1195,23	55,073	8,934	1177,13	1213,33	1080	1300
	Total	105	1205,44	56,966	5,559	1194,41	1216,46	1025	1350
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	1	67	746,27	35,630	4,353	737,58	754,96	700	808
	2	38	752,74	44,205	7,171	738,21	767,27	700	800
	Total	105	748,61	38,867	3,793	741,09	756,13	700	808
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	1	66	85,87	9,899	1,218	83,44	88,31	56	103
	2	38	86,24	7,442	1,207	83,79	88,68	78	110
	Total	104	86,01	9,042	,887	84,25	87,76	56	110
Produção média (t/m)	1	67	1,224338	,2254676	,0275453	1,169343	1,279334	,5161	1,9255
	2	38	1,353686	,1229035	,0199376	1,313289	1,394084	1,1014	1,6108
	Total	105	1,271150	,2038035	,0198892	1,231709	1,310591	,5161	1,9255
Eficiência (Produção/Alimentação)	1	67	,952834	,1327207	,0162144	,920461	,985207	,4838	1,3919
	2	38	,987387	,0257356	,0041749	,978928	,995846	,9089	1,0503
	Total	105	,965339	,1081324	,0105526	,944412	,986265	,4838	1,3919

5.7 Reflexão sobre os Resultados

5.7.1 Constituição da Amostra

A análise efectuada demonstrou fragilidades estatísticas e conceptuais na informação utilizada.

O número de observações é reduzido e manifestamente abaixo do que é aconselhável para a execução de algumas das técnicas utilizadas.

Para além disso, parte dessas técnicas têm associados pressupostos (normalidade, homocedasticidade, independência e, até, linearidade) que são nalguns casos violados (por exemplo, a normalidade) ou que nem sempre foram verificados (por exemplo, a independência).

Por outro lado, algumas das variáveis registam valores totais das produções enquanto outras resultam de médias sobre valores recolhidos com intervalo de uma hora.

Os critérios de selecção da amostra reduziram o número de observações de duração elevada, aumentando a frequência das observações referentes a produções curtas, que se iniciam e/ou terminam no mesmo dia. Assim, os fenómenos de enchimento e de escorrimento realizados no início e no fim das produções, respectivamente, enviesam a Eficiência.

Apesar de tudo isto, a amostra mostrou-se capaz de evidenciar dependências e interdependências suspeitadas por quem acompanha na prática o processo.

5.7.2 Interpretação dos Resultados

O planeamento produtivo do processo de moagem de cimento privilegia produções longas, normalmente ao fim-de-semana, onde se concentra a maior quantidade de horas de vazio e super vazio. Quando se torna necessário produzir em dias úteis, as produções são mais curtas e centradas nas madrugadas, onde a existência de horas de vazio faz reduzir os custos energéticos.

A Análise de *Clusters* reflectiu esta heurística de planeamento e permitiu desenhar dois grupos de observações. A interpretação das variações, com significado, dos valores esperados das variáveis entre grupos indicia tipos distintos de produções.

No primeiro grupo estão contidas as observações com menor duração e, portanto, menor quantidade produzida, enquanto no segundo grupo temos produções longas com maior quantidade produzida.

Esta perspectiva é reforçada pela análise da informação referente aos dados de processo. O Consumo do Elevador de Saída do Moinho tende a ser maior nas produções do segundo grupo. Na realidade, este valor será mais elevado em produções que revelem estabilidade, sempre potenciada por durações elevadas.

Os dados de produção apontam na mesma direcção. A Alimentação e o Retorno são também superiores no segundo grupo. Valores elevados destas variáveis são normalmente potenciados por produções longas que permitam a estabilidade do processo. Esta tendência era já indiciada pelas regressões lineares simples feitas sobre a Produção Média relativamente à Alimentação e ao Retorno.

O Consumo do Motor do Ventilador do Filtro do Moinho assume valores médios distintos entre os dois grupos considerados. Este equipamento está associado ao ventilador do moinho e à aspiração das partículas. A aspiração é controlada de forma a garantir valores de depressão constantes que variam em função da entropia no interior do circuito. A sua redução é natural com a estabilização do processo.

As variáveis de qualidade Clinker e Gesso registam também diferenças significativas nas médias entre grupos. Contudo, tendo em conta:

- que a condução da instalação pressupõe de início uma composição pré-definida e que durante o funcionamento os ajustes realizados são pequenos (desvio-padrão dos dados contidos na amostra inferior a 0,03) e
- que os dados da amostra estão relacionados com a fabricação do mesmo produto e com várias especificações com composições distintas,

não parece existir fundamentação para utilizar esta variável como diferenciadora dos grupos agora constituídos. No entanto, a interpretação desta variação deverá ser complementada com o seu estudo em amostras constituídas por dados relativos a outros tipos de cimento. Nessa hipótese, a manutenção deste comportamento torna consistente a possibilidade de a composição poder influenciar o rendimento do circuito.

A Análise Factorial permitiu seleccionar sete factores a que correspondem outros tantos grupos de variáveis. Importa destacar alguns desses grupos.

- Grupo 1 - Aglomera CLI, GES e CAL e as variáveis de processo TEMP e CCMVFM. Este grupo é interessante pois reúne variáveis de composição com variáveis de processo, nomeadamente o Consumo do Motor do Ventilador do Filtro do Moinho. Uma vez que estas variáveis de processo não são controladas directamente pelo operador, a sua inclusão neste grupo pode sugerir que a condução realizada durante a produção de CEM II 32,5 N condiciona os regimes de funcionamento de equipamentos como o motor do ventilador do filtro do moinho.
- Grupo 2 - Engloba variáveis que estão associadas ao estado de enchimento do circuito. Neste grupo, estão incluídas as variáveis RET e CCESM. A variável RET mede a quantidade de material retornado do separador para o moinho e a variável CCESM traduz o consumo eléctrico do elevador de saída do moinho, que transporta todo o material por ele descarregado.
- Grupo 5 - Reúne variáveis de condução do sistema que são controladas directamente pelo operador em função dos dados obtidos durante o processo.
- Grupo 7 - Constituído por uma única variável, ADI. Esta variável mede a concentração do aditivo tenso activo utilizado. Este tipo de aditivos constitui um facilitador de moagem e a sua aplicação não depende de nenhuma das variáveis de produção ou processo. A sua dosificação é estipulada externamente.

Quando analisamos os consumos eléctricos associados à utilização de instalações de moagem, identificamos que a maior parte dos consumos é realizada pelo motor do moinho. Este equipamento é o responsável pela movimentação do principal órgão do sistema e tem que ser capaz de movimentar a sua estrutura, a sua carga moedora e todo o material em moagem que se encontre no interior do moinho. O consumo do motor do moinho significa entre 65% e 75% do total consumido. Uma vez que a potência do accionamento é constante, o valor absoluto do consumo eléctrico depende das horas de funcionamento. Isto quer dizer que se se conseguir reduzir a quantidade de horas necessárias para produzir uma determinada quantidade de produto, está-se a reduzir o custo energético específico (Kw/t). Na amostra em estudo, a produção média tende a subir em produções longas.

6. Conclusão

6.1 Reflexão sobre o Trabalho Desenvolvido

A produção de cimento constitui um processo complexo, mesmo que apenas se trate da sua fase final, a da moagem a partir do clinker previamente obtido.

No presente trabalho, tentou-se compreender melhor a moagem do cimento na ambição de a melhorar, isto é, de aumentar lucro/tempo. De uma forma algo simplista, esse objectivo passa por aumentar a produção média (produção/tempo) não descurando a eficiência (produção/alimentação). Ficam “esquecidas” as questões relacionadas com o custo da matéria-prima e com o custo da energia. De certa maneira, admite-se que para as soluções admissíveis tais custos não variam significativamente.

No processo em causa, intervêm inúmeros factores, uns controláveis e outros não. Importa decidir se interessam produções pequenas (curtas) ou grandes (longas); mas importa também decidir como se conduz o processo (quantidade e composição da alimentação e velocidade tanto do separador como do ventilador do filtro do separador). A granulometria e o teor de sulfato e de carbonato do produto influenciam a sua capacidade de resistência e estão, por isso, regulamentados. Existe um intervalo de valores aconselhável para a temperatura à saída do moinho e limites de capacidade para os elevadores de saída do moinho e de produto acabado.

A pesquisa bibliográfica sobre a condução de instalações do género foi uma tarefa difícil. A bibliografia é escassa e rareiam os autores de referência.

O trabalho efectuado permitiu não só comprovar alguns conhecimentos que a prática já indiciava mas também evidenciou novos relacionamentos, contribuindo para um nível superior de esclarecimento do processo e ajudando na sua pretensa optimização.

Contudo, como já foi referido no capítulo anterior, os resultados obtidos foram prejudicados quer pela quantidade quer pela qualidade da informação disponível. Outros dados poderiam ter permitido atingir conclusões mais relevantes e mais generalizáveis.

Os dados usados foram recolhidos num período em que as incidências sobre a instalação eram frequentes. Uma vez excluídas as observações em que se registaram incidências ou condicionamentos nas medições, a amostra ficou substancialmente reduzida.

Um dos aspectos mais críticos prendeu-se com a necessidade de misturar variáveis que representam valores globais de uma produção com variáveis que representam médias de

valores instantâneos recolhidos ao longo dessa mesma produção. Outro aspecto menos positivo resultou de se terem fraccionado as produções que se estendiam por mais do que um dia em várias produções diárias.

Não sendo possível durante o tempo útil disponível para a realização do trabalho obter novos dados, restou a utilização da informação existente. *A posteriori*, o balanço foi francamente positivo.

6.2 Perspectivas para Trabalho Futuro

Pretende-se construir uma ferramenta dinâmica de gestão do processo que, incorporando as consequências produzidas pela alteração de variáveis e parâmetros, almeje a sua optimização.

A condução de circuitos de moagem é baseada na monitorização, identificação de desvios e aplicação de medidas correctivas. Durante o processo são registados valores baseados nos quais o operador actua, esperando na próxima leitura aproximar-se das especificações de produção. Com a consideração de valores médios, esta informação perdeu-se. Espera-se, no futuro, poder incorporá-la na análise.

Por outro lado, existem variáveis que não foram contempladas por não serem controladas em processo mas que deveriam estar presentes pois influenciam o comportamento do sistema:

- Granulometria da Alimentação: poderá ajudar a compreender o caminho a percorrer entre a finura inicial e a final pretendida;
- Nível da Carga Moedora: o nível dos corpos moedores, verdadeiros responsáveis pela moagem dos materiais admitidos, é acompanhado ao longo do tempo e são realizadas recargas sempre que a variação do nível o justifica;
- Humidade das Matérias-Primas: a redução da humidade dos materiais introduzidos no moinho consome parte da capacidade calorífica deste, tendendo a diminuir a temperatura de saída (tal como a redução da alimentação, para diminuir a entrada de material fresco no moinho).

Para além disso, de um modo geral, os problemas anteriormente apontados aos dados deveriam ser corrigidos.

Quanto à análise dos dados propriamente dita, poderão ser introduzidos alguns melhoramentos:

- começar por usar as componentes fornecidas pela Análise Factorial para agrupar as observações com recurso à Análise de Clusters e, depois, conduzir análises de dependência separadas nos diferentes grupos;
- realizar análises separadas sobre produções semelhantes na duração, finura e data de realização, permitindo ter uma maior percepção da influência da composição no comportamento do sistema e isolar o efeito de variáveis climáticas (ou outras) relacionadas como o momento de realização da produção;
- aplicar a mesma metodologia aos diversos tipos de cimento e comparar os resultados obtidos.

Por último, seria excelente poder usar a simulação de processos contínuos para testar diferentes estratégias de condução da produção.

Referências Bibliográficas

- CEMBUREAU – *Activity Report 2008*, D/2009/5457/May.
- CEMBUREAU – *Activity Report 2007*, D/2008/5457/May.
- CEMBUREAU – *Activity Report 2006*, D/2008/5457/May.
- Duda, W.H., 1985, *Cement Data Book: International Process Engineering in the Cement Industry*, 3ª edição, French & European Pubns.
- Guimarães, R.C. e J.S. Cabral, 2007, *Estatística*, 2ª edição, McGraw-Hill.
- Hair, J.F., R.E. Anderson, R.L. Tatham e W.C. Black, 2005, *Multivariate Data Analysis*, 6ª edição, Prentice Hall.
- Pestana, M.H. e J.N. Gageiro, 2005, *Análise de Dados para Ciências Sociais*, 4ª edição, Edições Sílabo.

Anexo

Output da Análise Estatística Efectuada

```

EXAMINE VARIABLES=PROD DUR ALIM RET CLI GES CAL ADI GRA CCMM CCMVFM CCMRS
CCMVFS CCESM CCEPA VS VVF TEMP PRODpm EFIC
/PLOT BOXPLOT
/COMPARE GROUP
/STATISTICS NONE
/CINTERVAL 95
/MISSING PAIRWISE
/NOTOTAL.

```

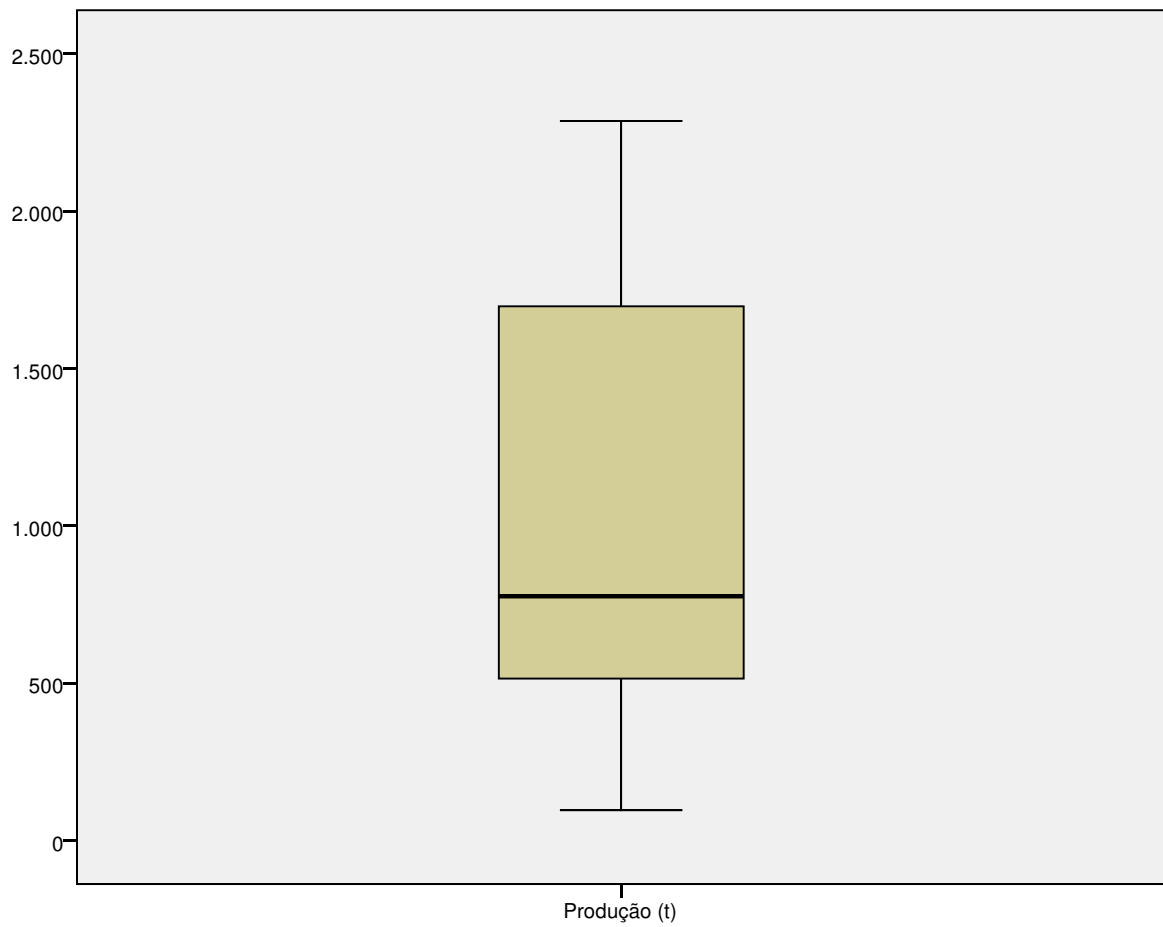
Explore

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A
veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados
\Dados Cimento Dias.sav

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Produção (t)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Duração (m)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Alimentação (t/h)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Retorno (t/h)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Clinker (%)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Gesso (%)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Calcário (%)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Aditivo (g/t)	105	96,3%	4	3,7%	109	100,0%
Grandes (%)	108	99,1%	1	,9%	109	100,0%
Cons. Motor Moinho (A)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Cons. El. Saída Moinho (A)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Cons. El. Prod. Acabado (A)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Vel. Sep. (rpm)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	108	99,1%	1	,9%	109	100,0%
Produção média (t/m)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Eficiência (Produção/Alimentação)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%

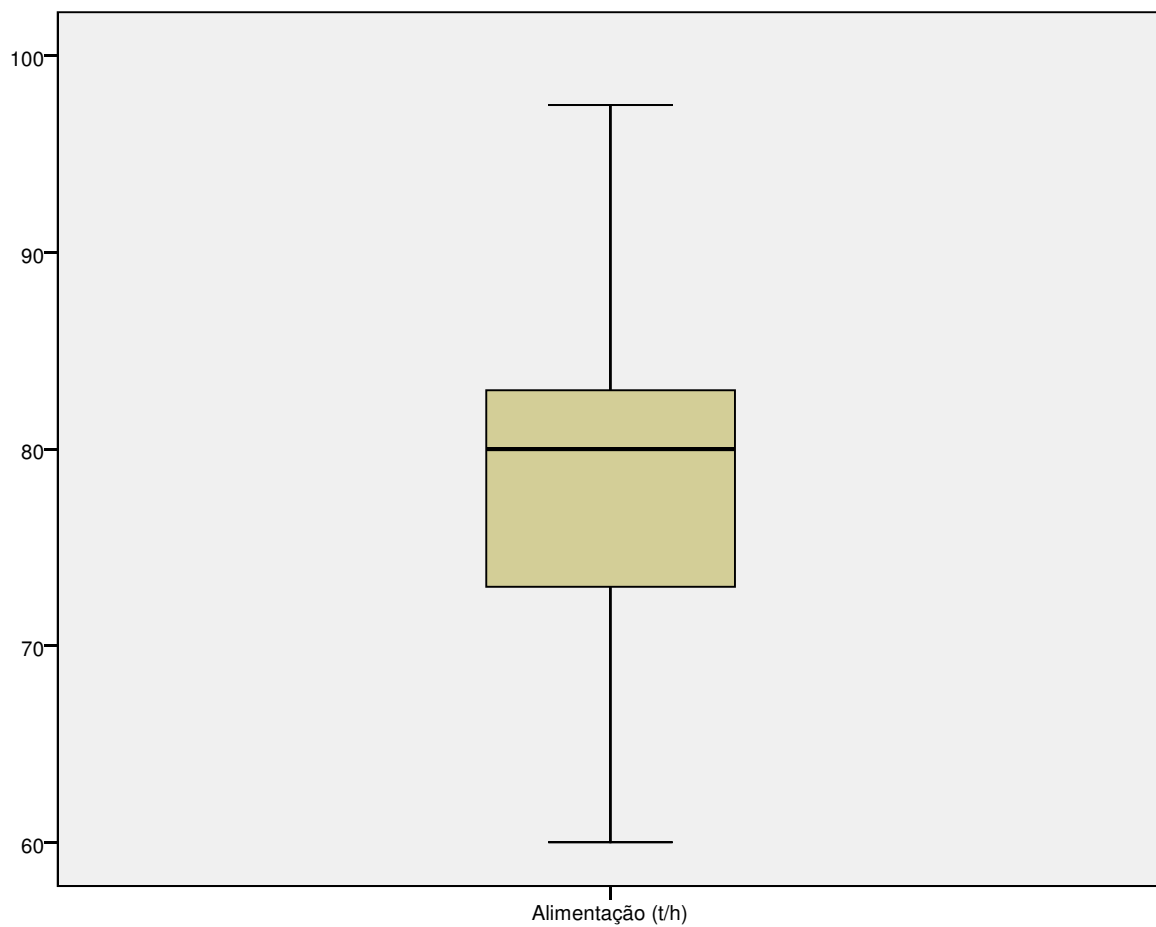
Produção (t)



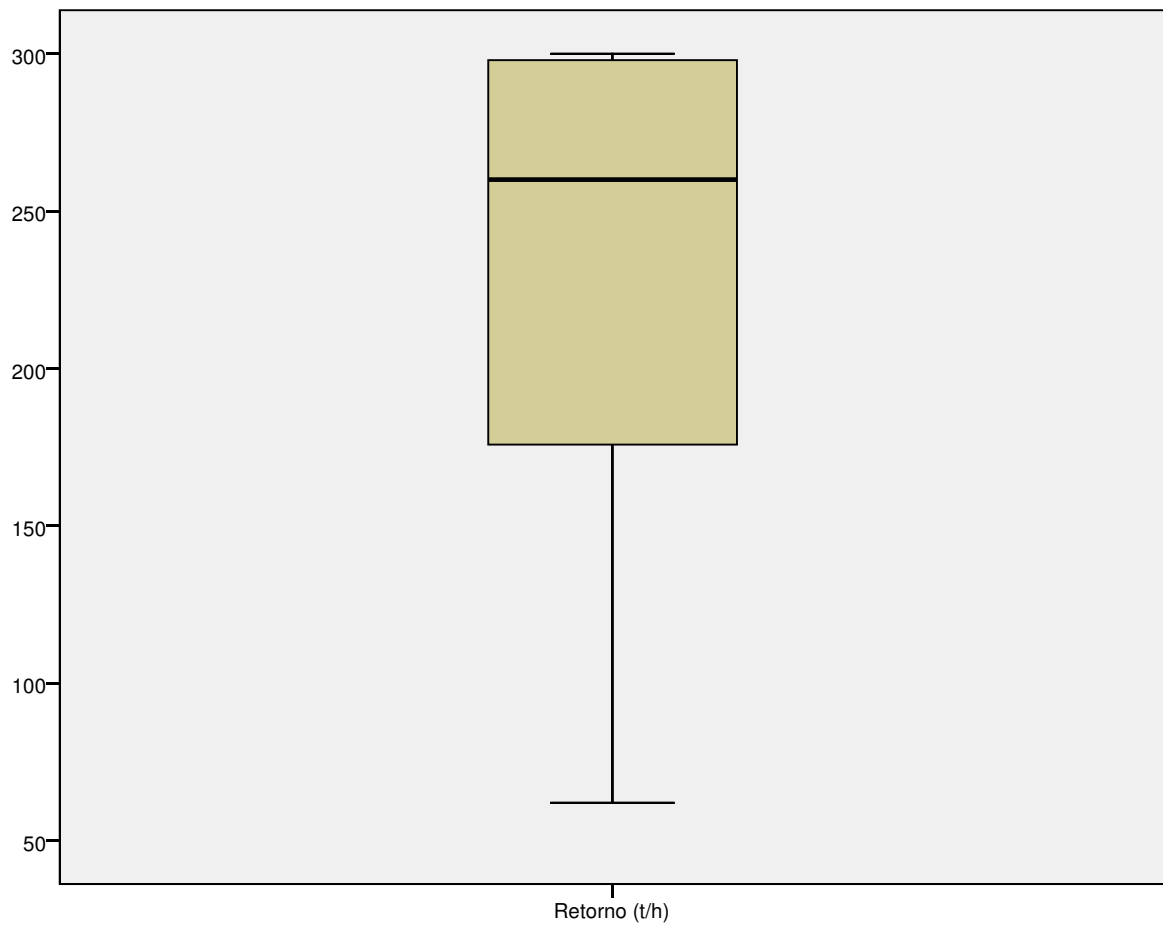
Duração (m)



Alimentação (t/h)



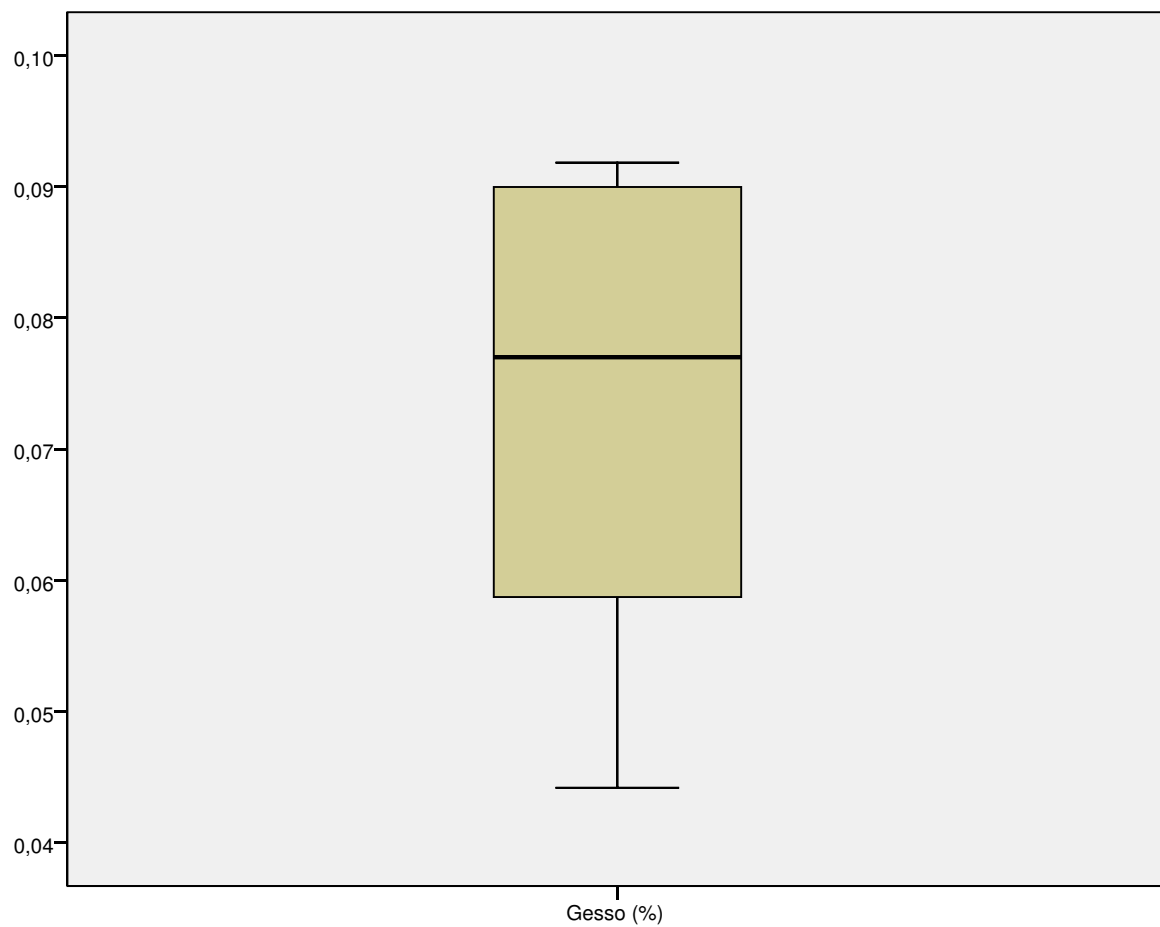
Retorno (t/h)



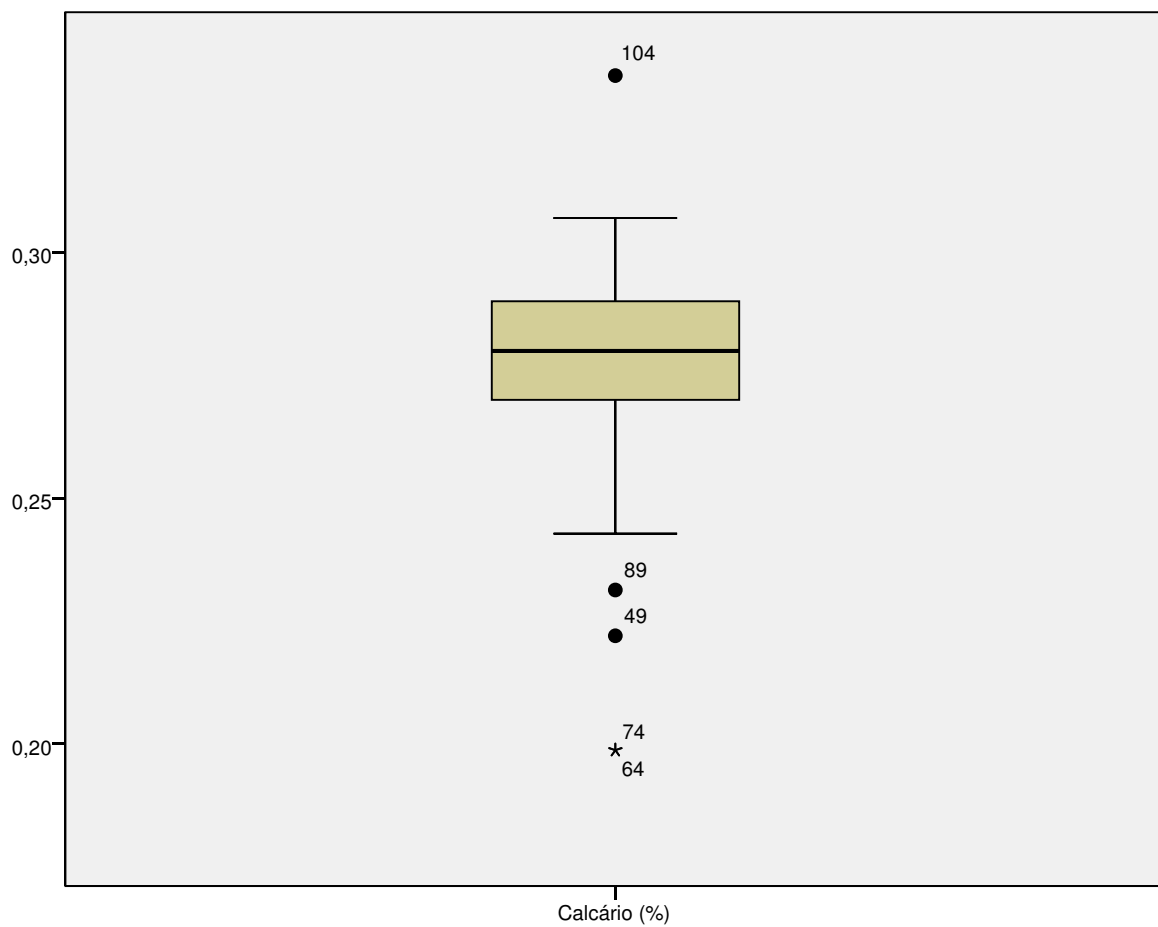
Clinker (%)



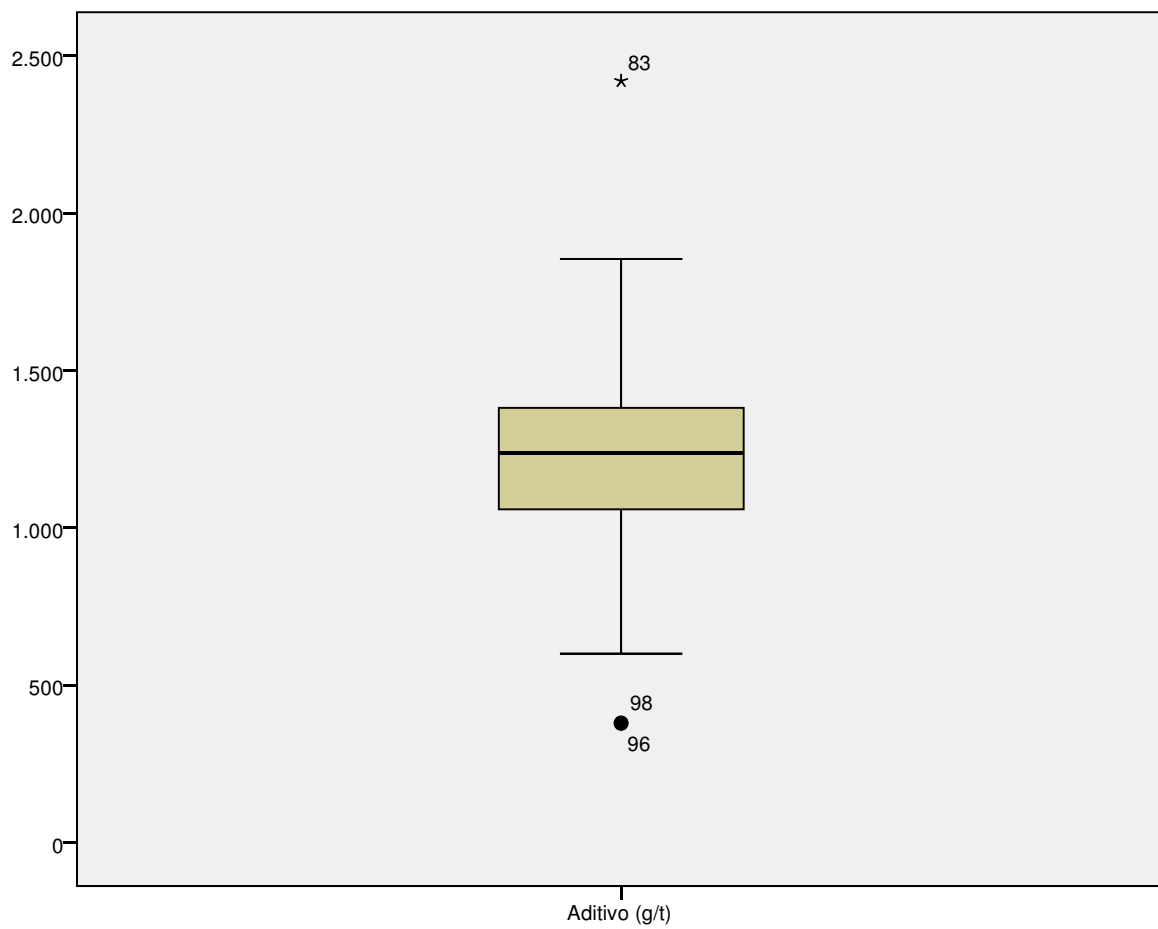
Gesso (%)



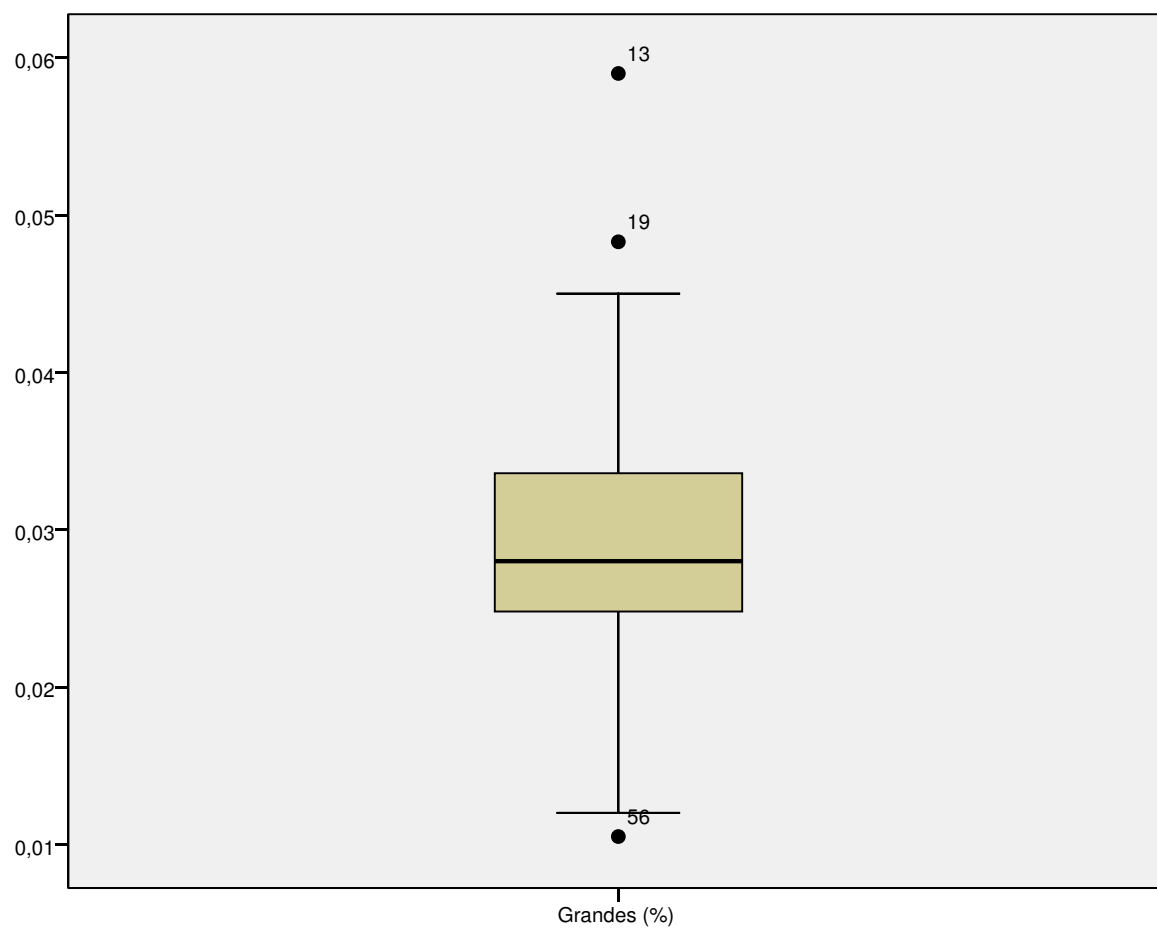
Calcário (%)



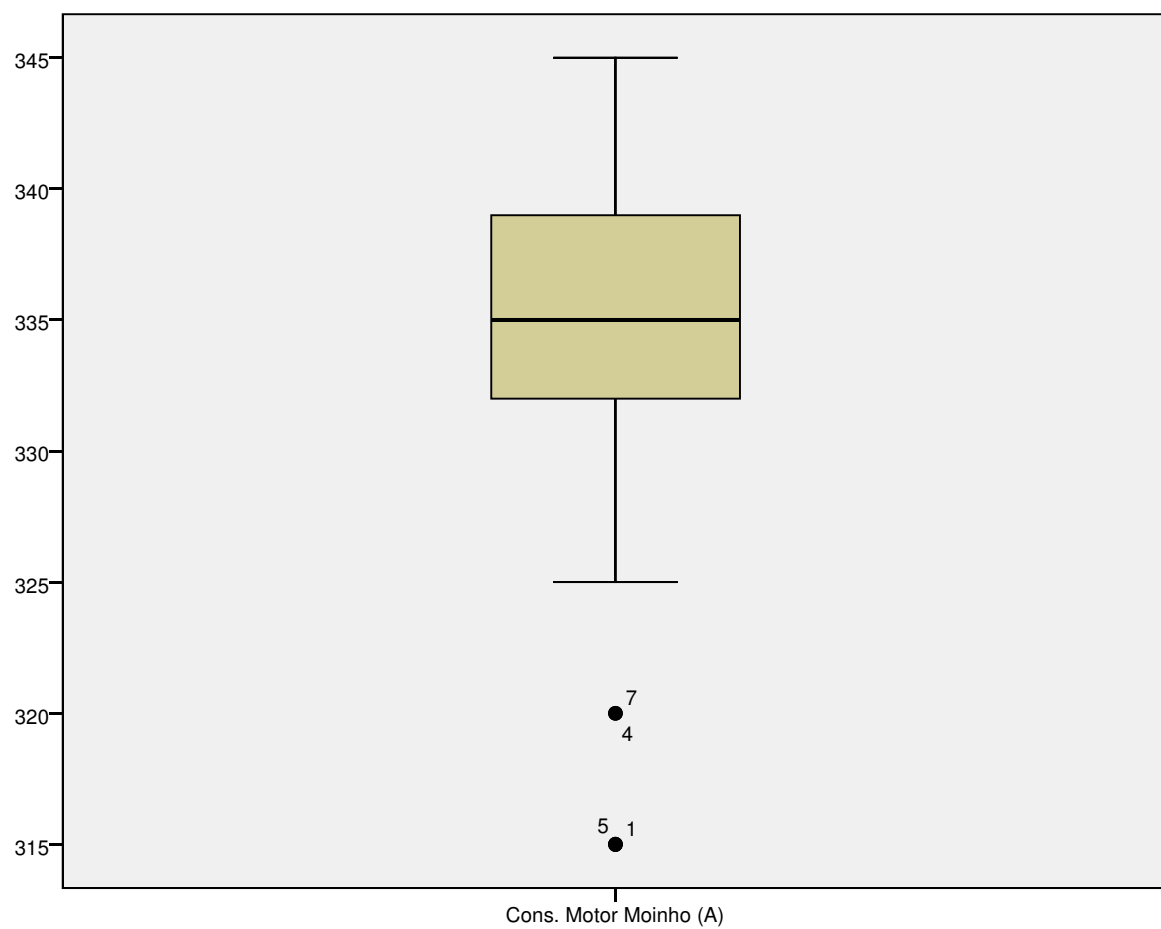
Aditivo (g/t)



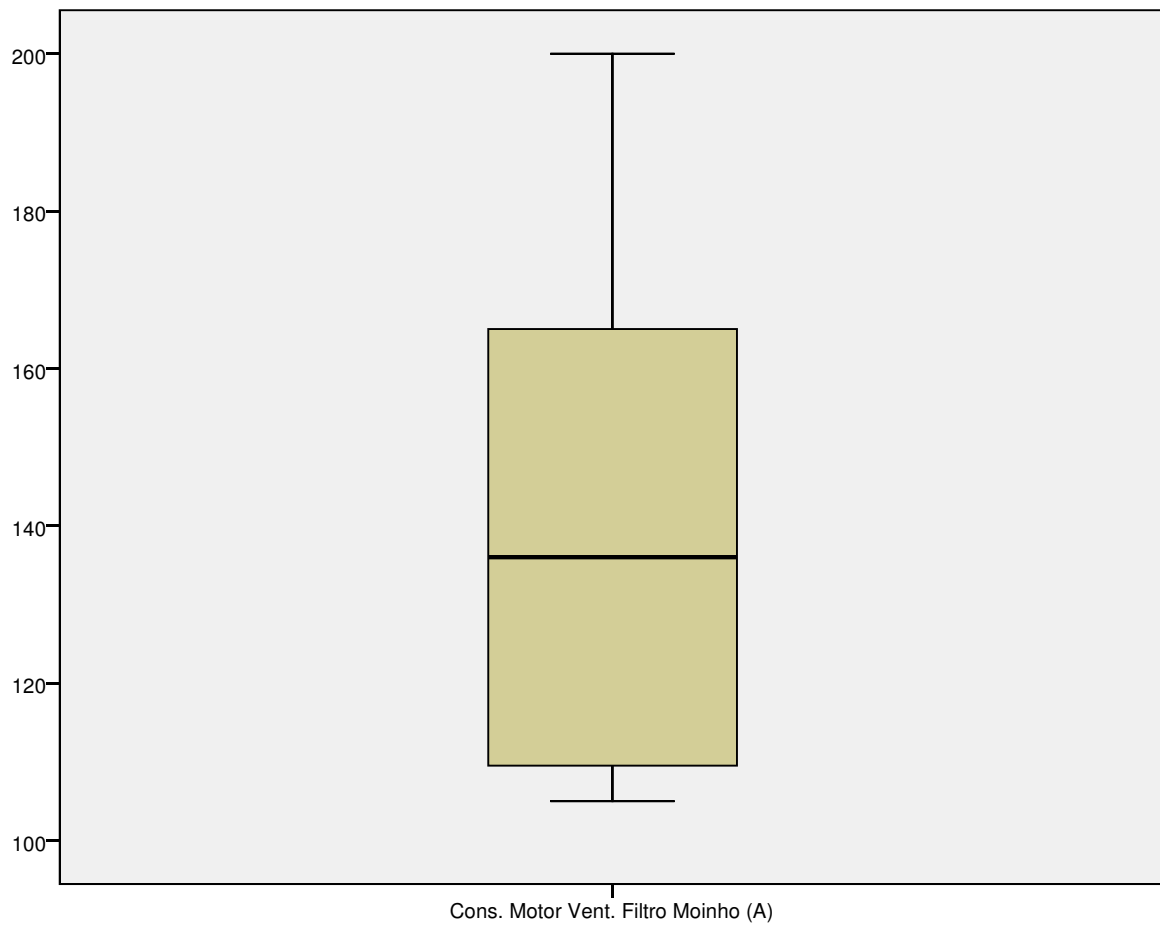
Grandes (%)



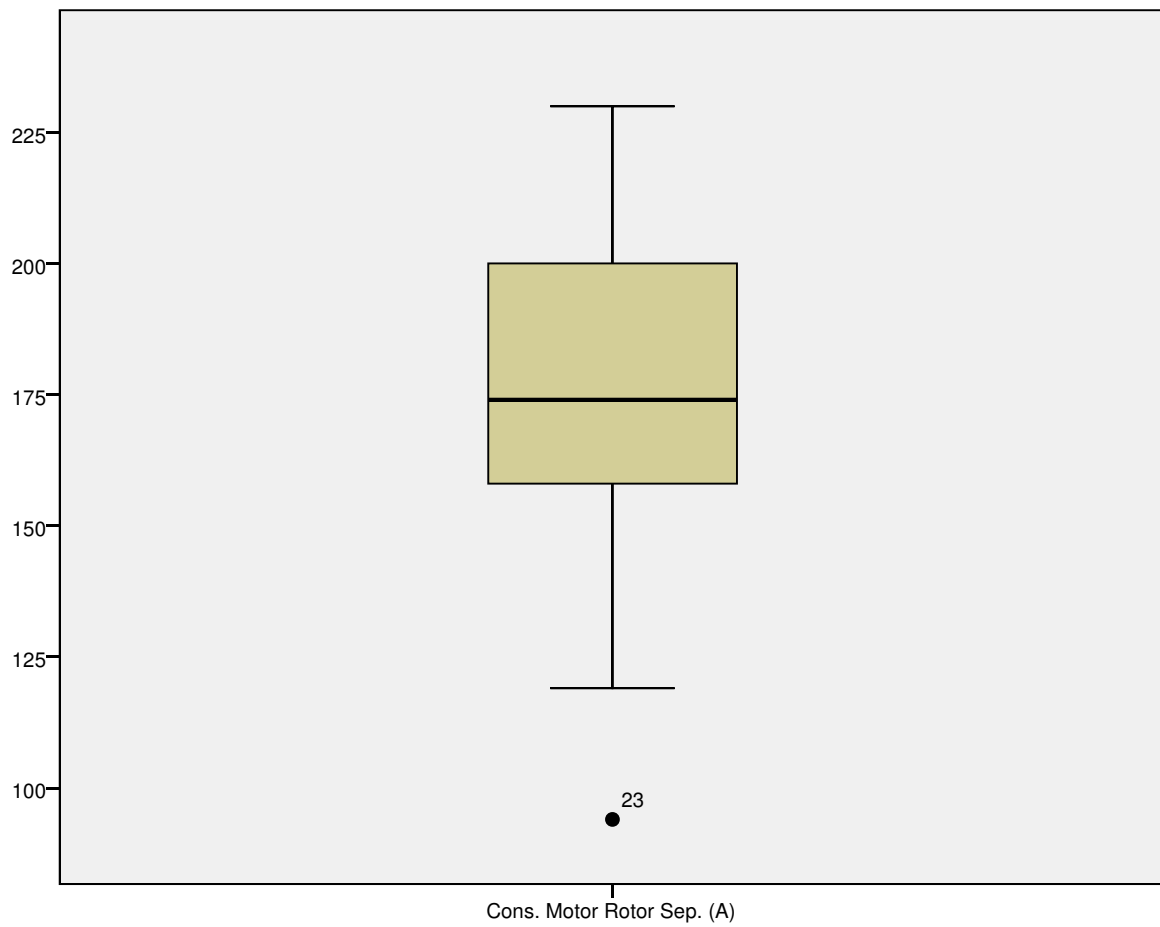
Cons. Motor Moinho (A)



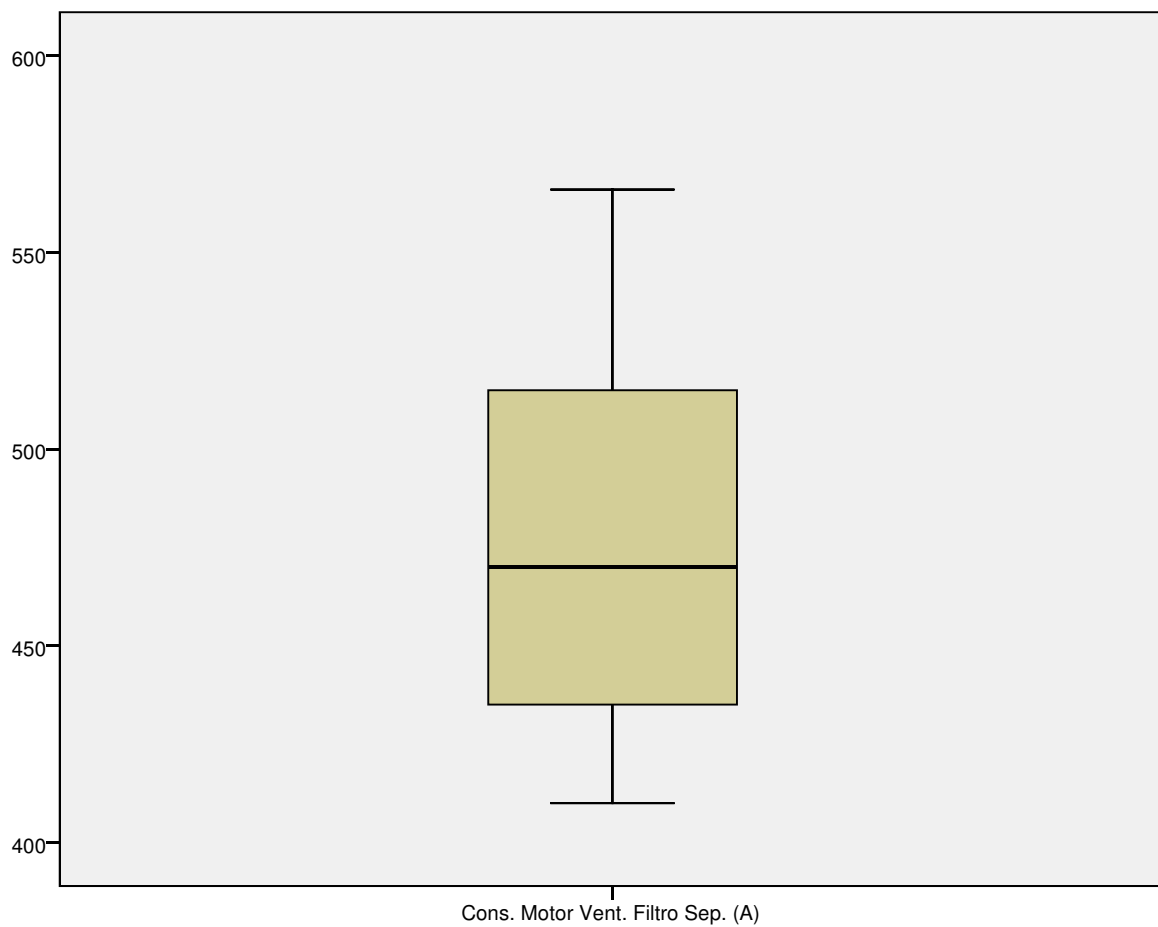
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)



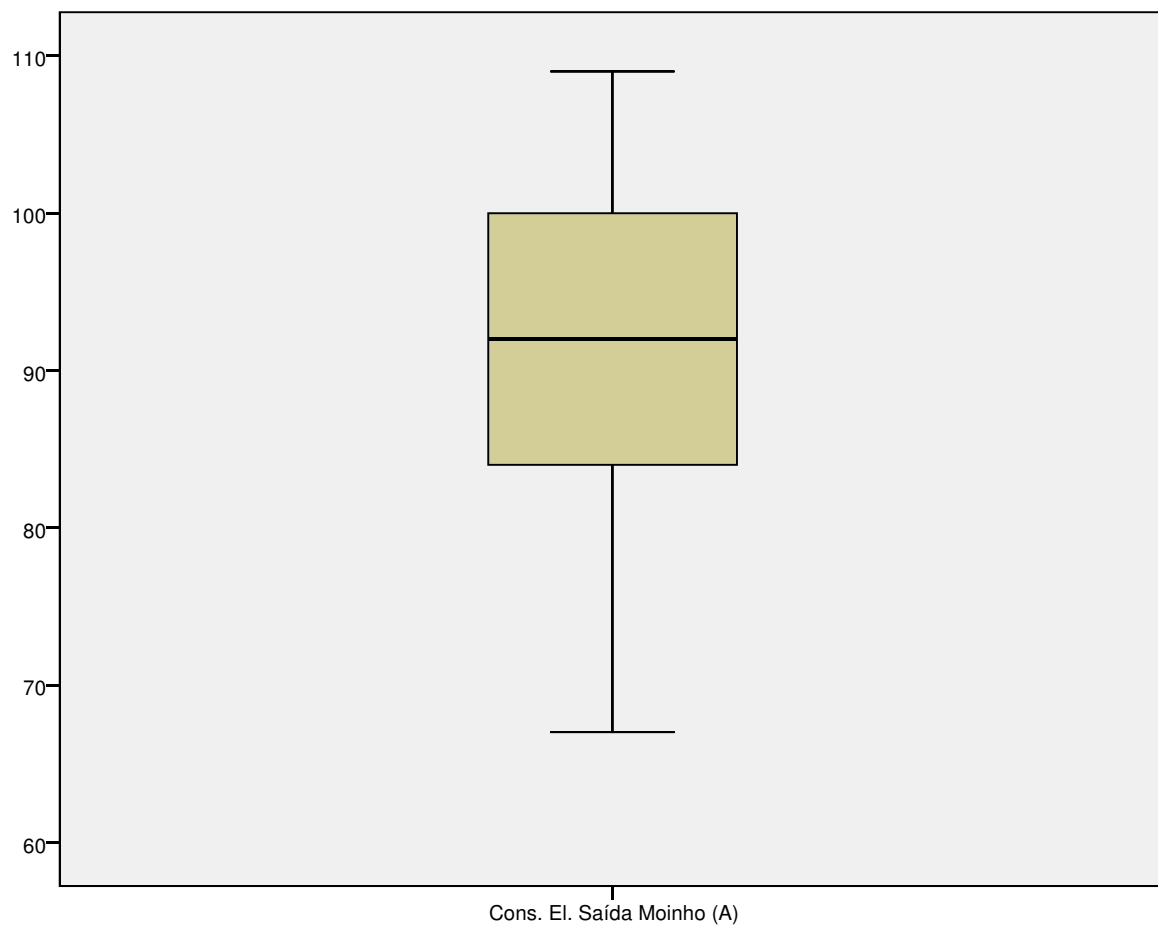
Cons. Motor Rotor Sep. (A)



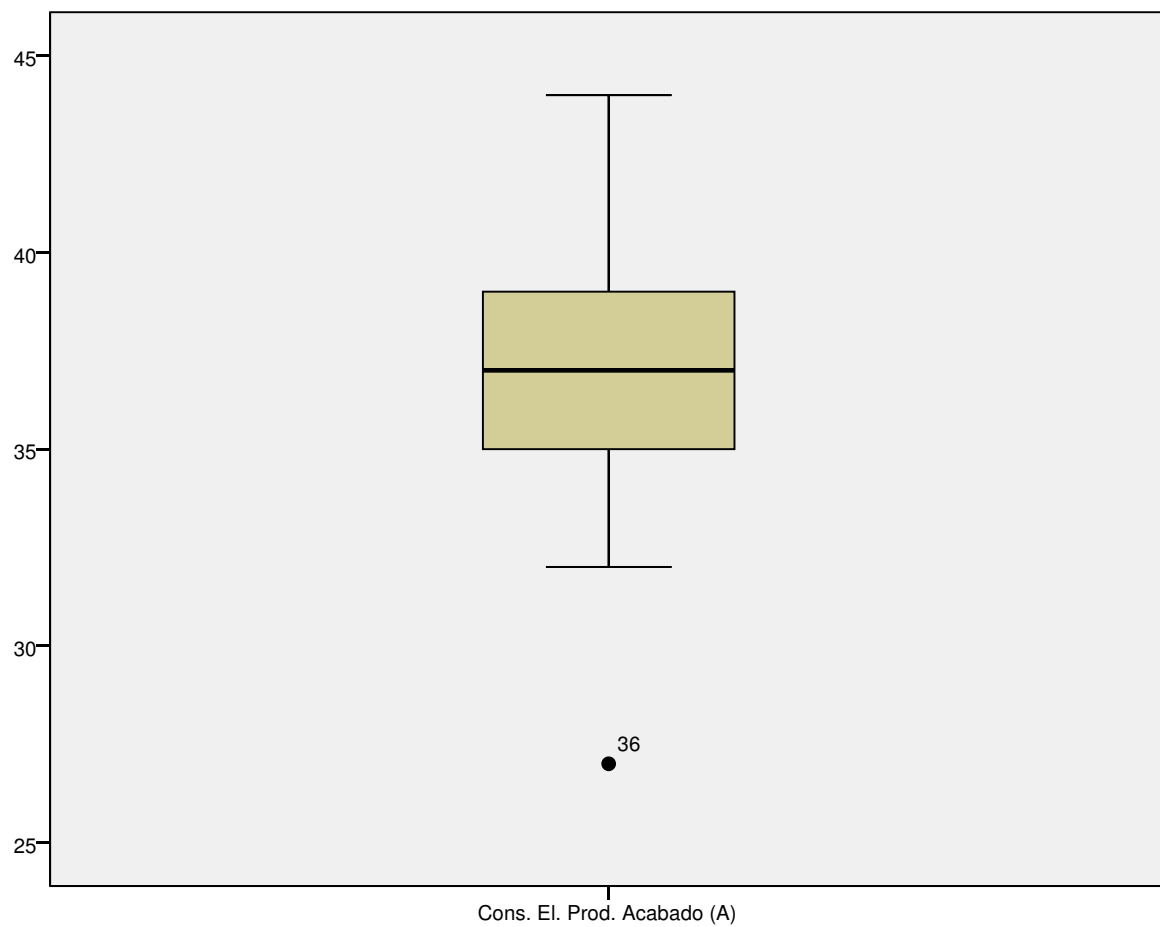
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)



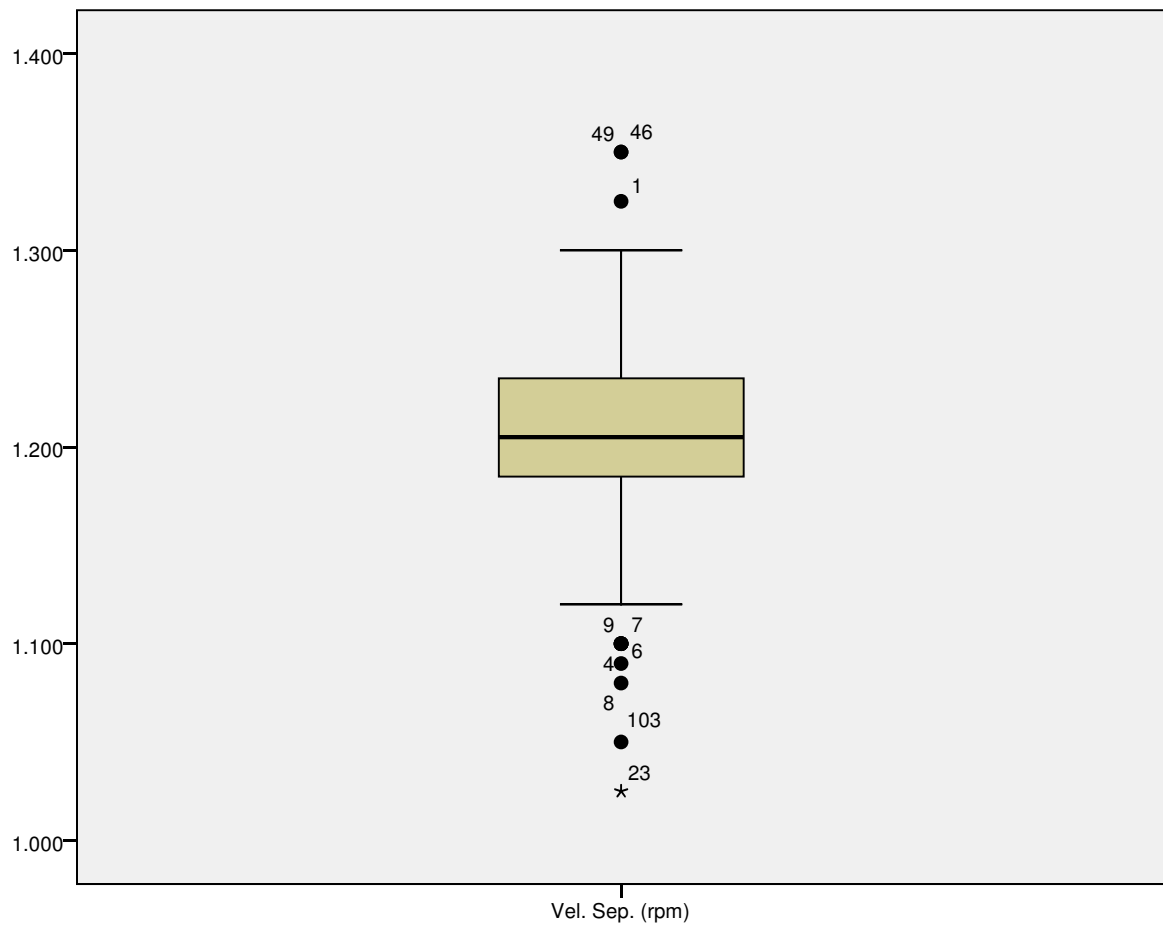
Cons. El. Saída Moinho (A)



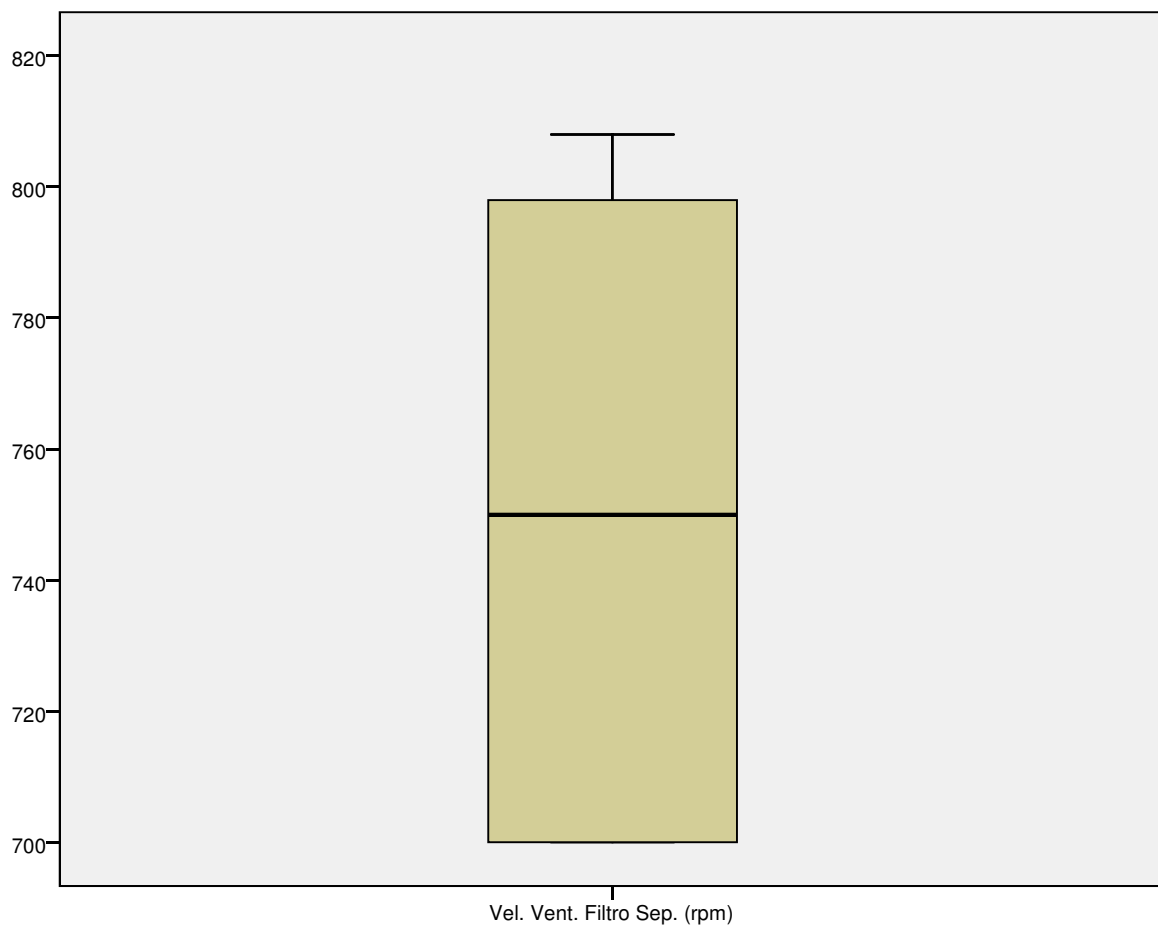
Cons. El. Prod. Acabado (A)



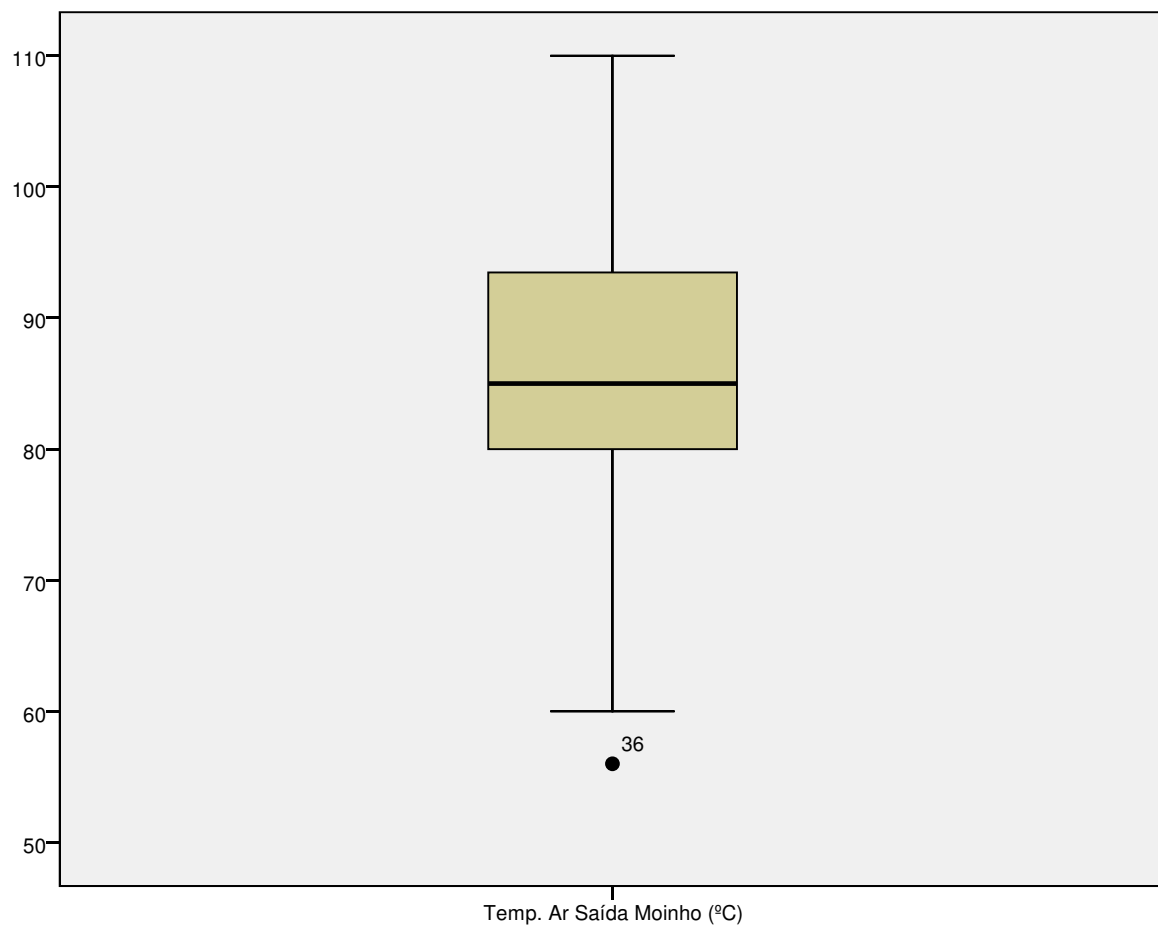
Vel. Sep. (rpm)



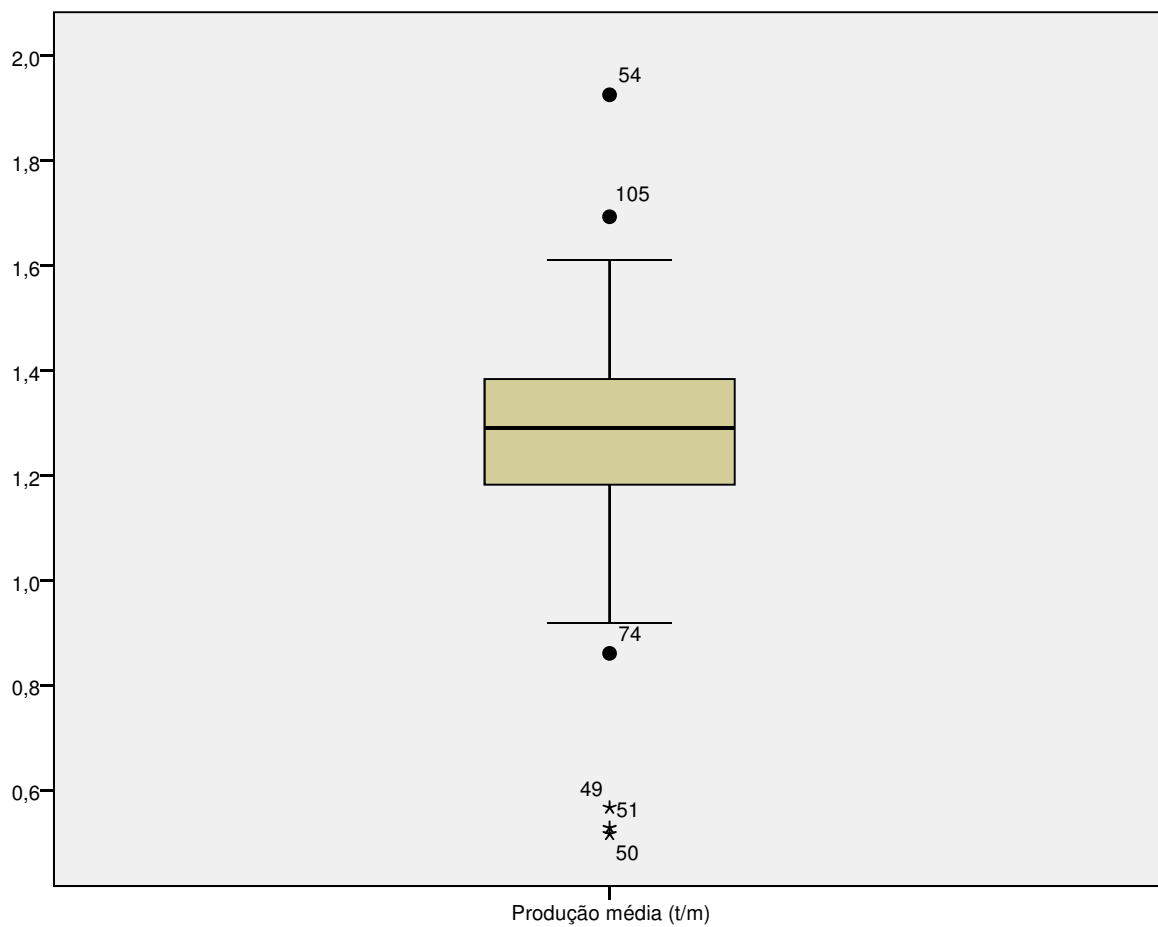
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)



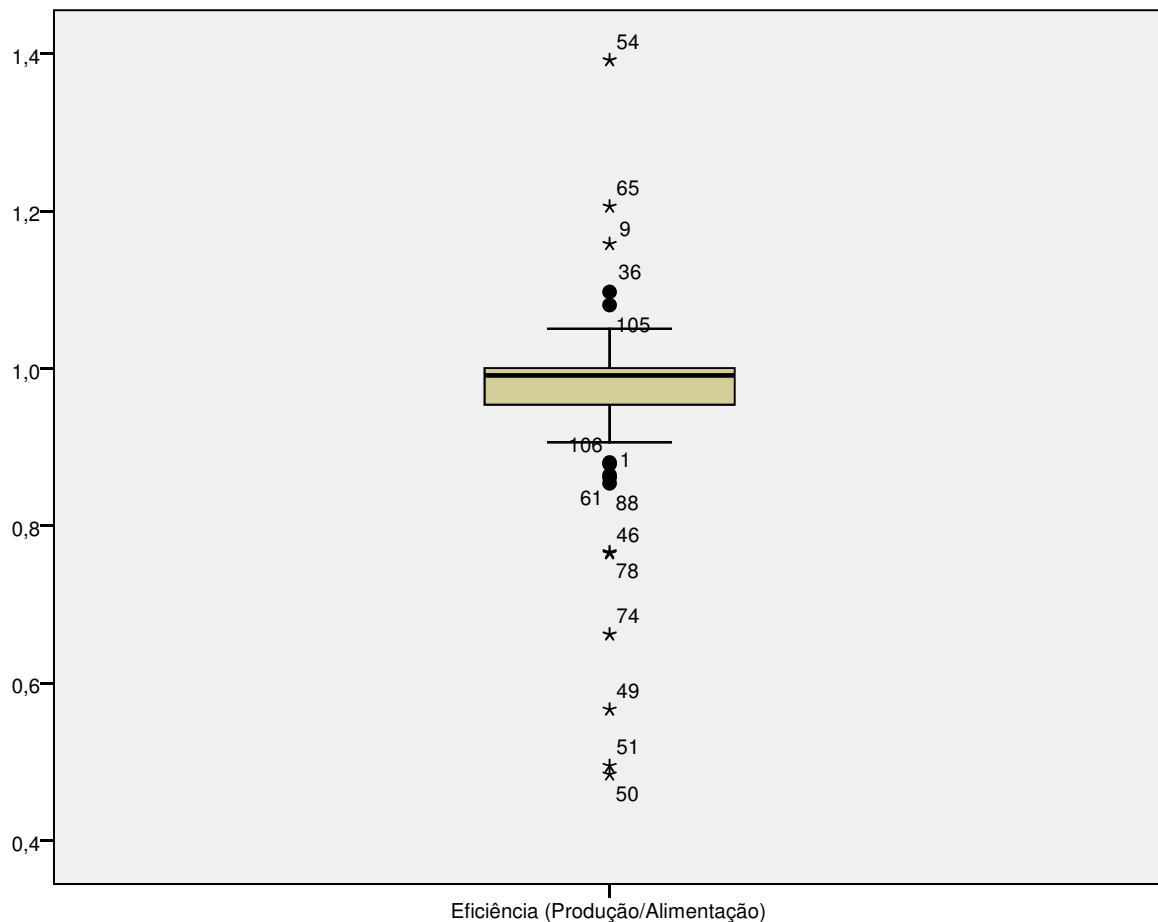
Temp. Ar Saída Moinho (°C)



Produção média (t/m)



Eficiência (Produção/Alimentação)



```

FREQUENCIES VARIABLES=PROD DUR ALIM RET CLI GES CAL ADI GRA CCMM CCMVFM CC
MRS CCMVFS CCESM CCEPA VS VVF TEMP PRODpm EFIC
  /FORMAT=NOTABLE
  /STATISTICS=STDDEV MEAN SKEWNESS SESKEW
  /HISTOGRAM
  /ORDER=ANALYSIS.

```

Frequencies

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A
veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados
\Dados Cimento Dias.sav

Statistics

		Produção (t)	Duração (m)	Alimentação (t/h)	Retorno (t/h)
N	Valid	109	109	109	109
	Missing	0	0	0	0

Statistics

		Clinker (%)	Gesso (%)	Calcário (%)	Aditivo (g/t)
N	Valid	109	109	109	105
	Missing	0	0	0	4

Statistics

		Grandes (%)	Cons. Motor Moinho (A)	Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	Cons. Motor Rotor Sep. (A)
N	Valid	108	109	109	109
	Missing	1	0	0	0

Statistics

		Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	Cons. El. Saída Moinho (A)	Cons. El. Prod. Acabado (A)	Vel. Sep. (rpm)
N	Valid	109	109	109	109
	Missing	0	0	0	0

Statistics

		Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	Temp. Ar Saída Moinho (°C)	Produção média (t/m)	Eficiência (Produção/Alimentação)
N	Valid	109	108	109	109
	Missing	0	1	0	0

Statistics

		Produção (t)	Duração (m)	Alimentação (t/h)	Retorno (t/h)
	Mean	1033,62	798,80	78,8439	232,6200
	Std. Deviation	645,611	463,621	8,06061	67,63073
	Skewness	,377	,276	,004	-,729
	Std. Error of Skewness	,231	,231	,231	,231

Statistics

	Clinker (%)	Gesso (%)	Calcário (%)	Aditivo (g/t)
Mean	,6478010	,0733174	,2788728	1216,27
Std. Deviation	,02977409	,01634442	,01989727	286,493
Skewness	,686	-,229	-1,279	,332
Std. Error of Skewness	,231	,231	,231	,236

Statistics

	Grandes (%)	Cons. Motor Moinho (A)	Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	Cons. Motor Rotor Sep. (A)
Mean	,028684	334,76	138,20	176,25
Std. Deviation	,0077818	6,377	26,651	27,764
Skewness	,349	-,765	,194	-,083
Std. Error of Skewness	,233	,231	,231	,231

Statistics

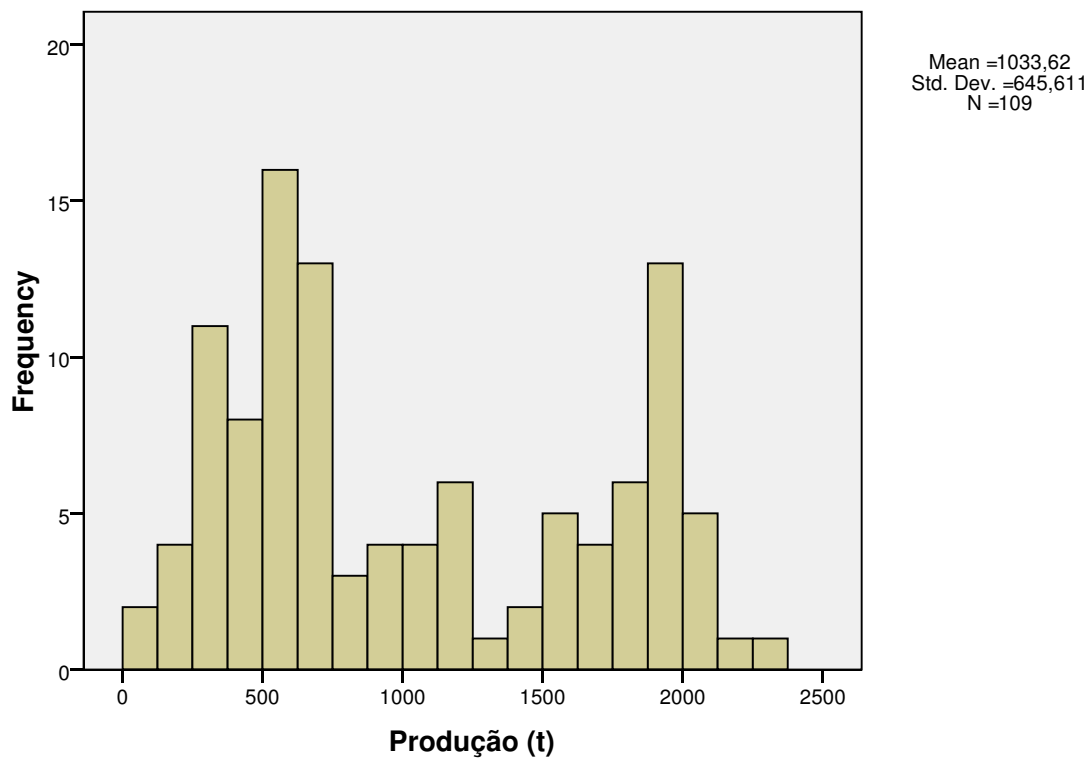
	Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	Cons. El. Saída Moinho (A)	Cons. El. Prod. Acabado (A)	Vel. Sep. (rpm)
Mean	475,16	91,84	37,22	1205,37
Std. Deviation	41,671	10,137	2,875	56,242
Skewness	,113	-,250	-,114	-,364
Std. Error of Skewness	,231	,231	,231	,231

Statistics

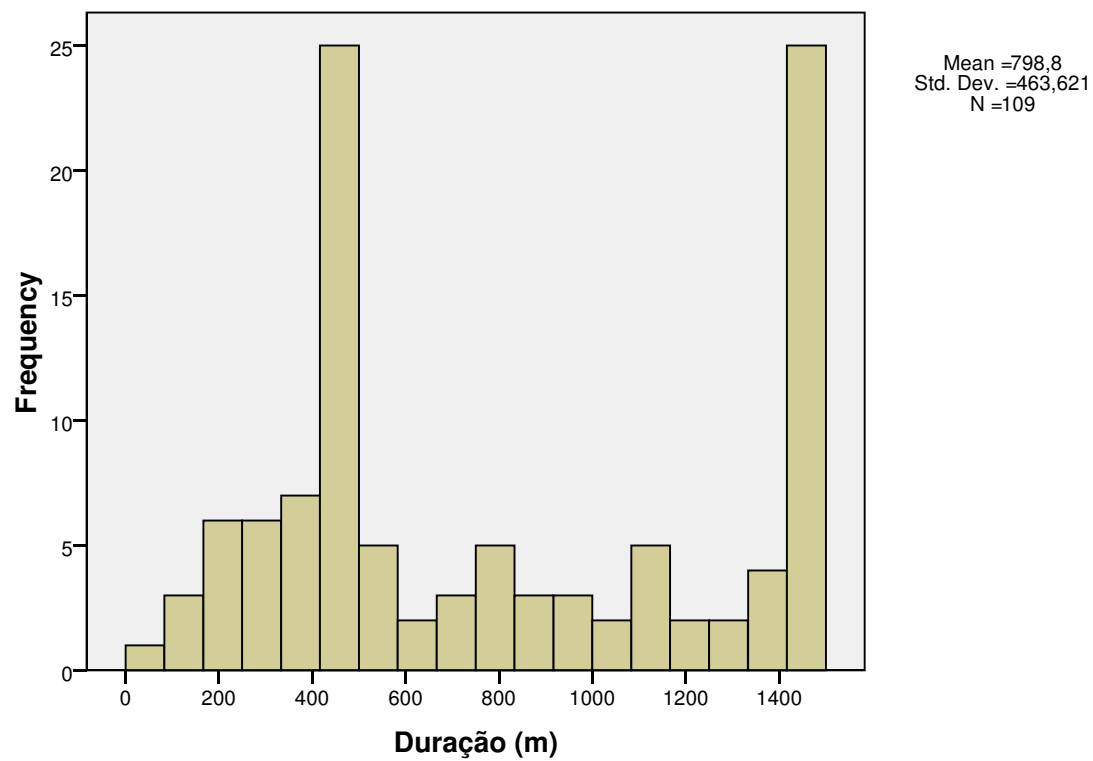
	Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	Temp. Ar Saída Moinho (°C)	Produção média (t/m)	Eficiência (Produção/Alimentação)
Mean	747,74	86,25	1,273714	,966238
Std. Deviation	38,700	9,034	,2050737	,1071174
Skewness	,078	-,409	-,979	-1,740
Std. Error of Skewness	,231	,233	,231	,231

Histogram

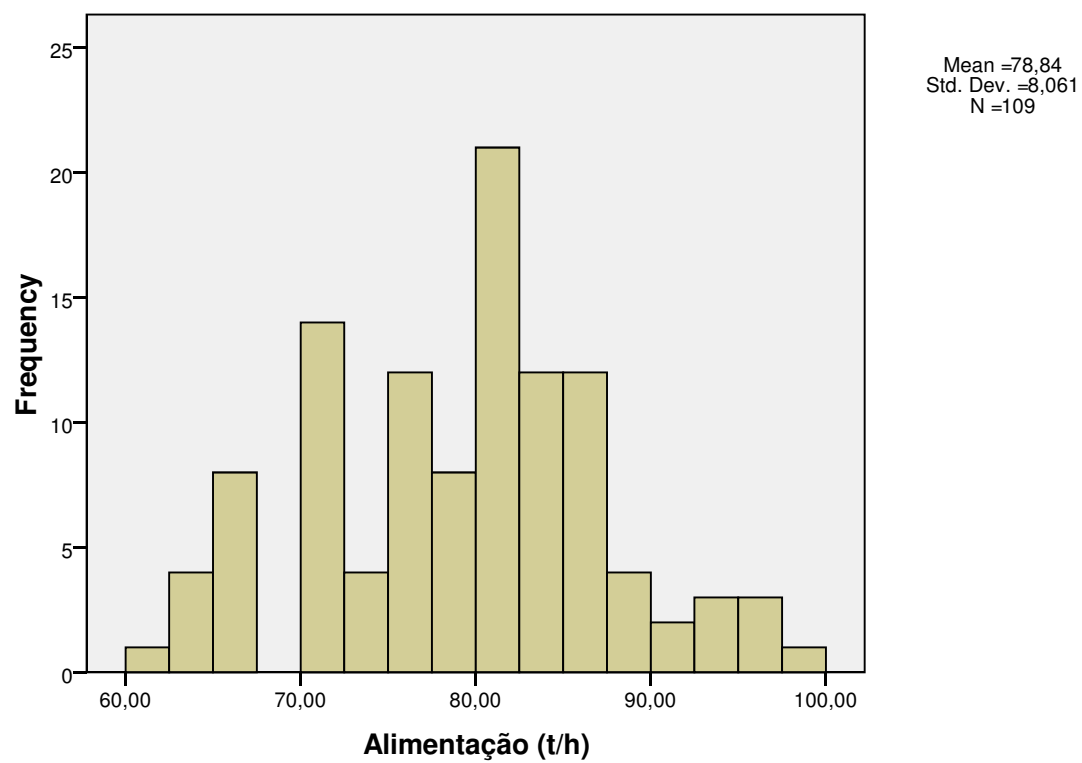
Produção (t)



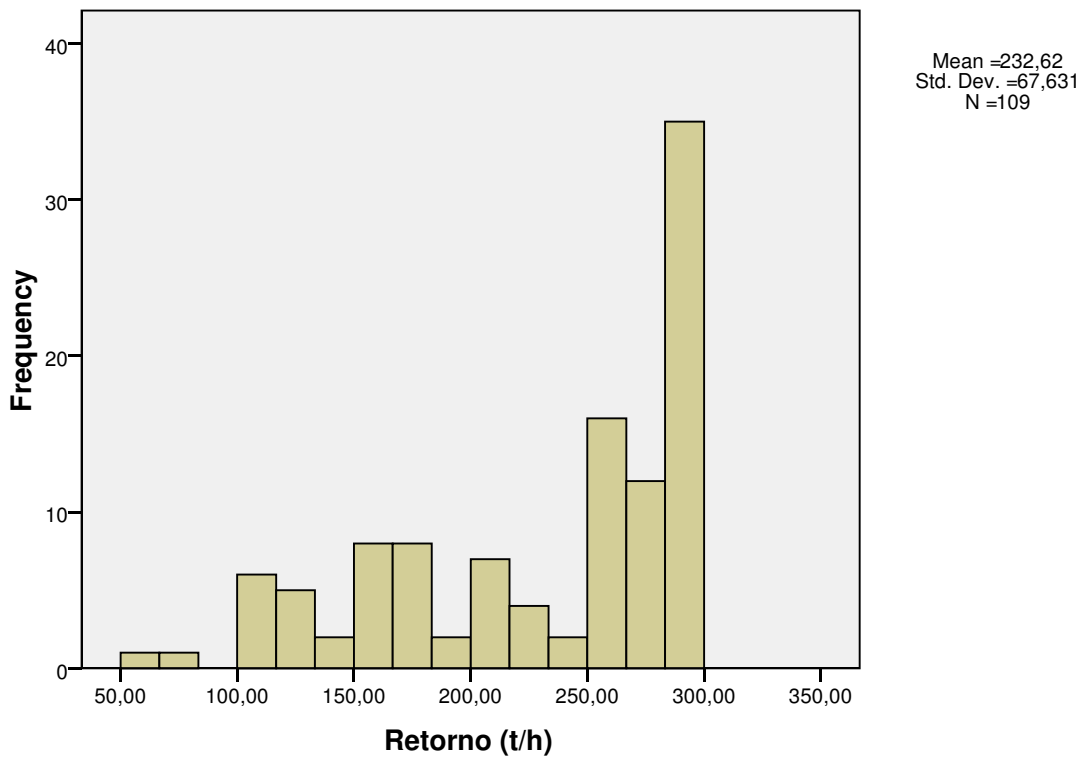
Duração (m)



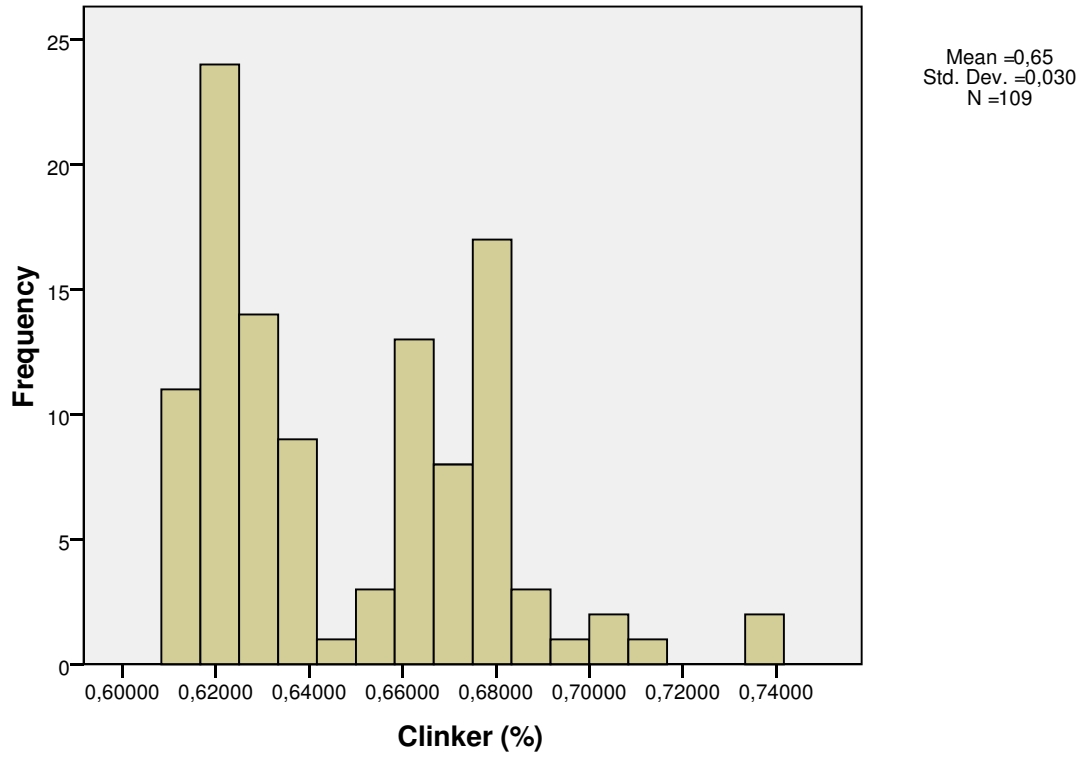
Alimentação (t/h)



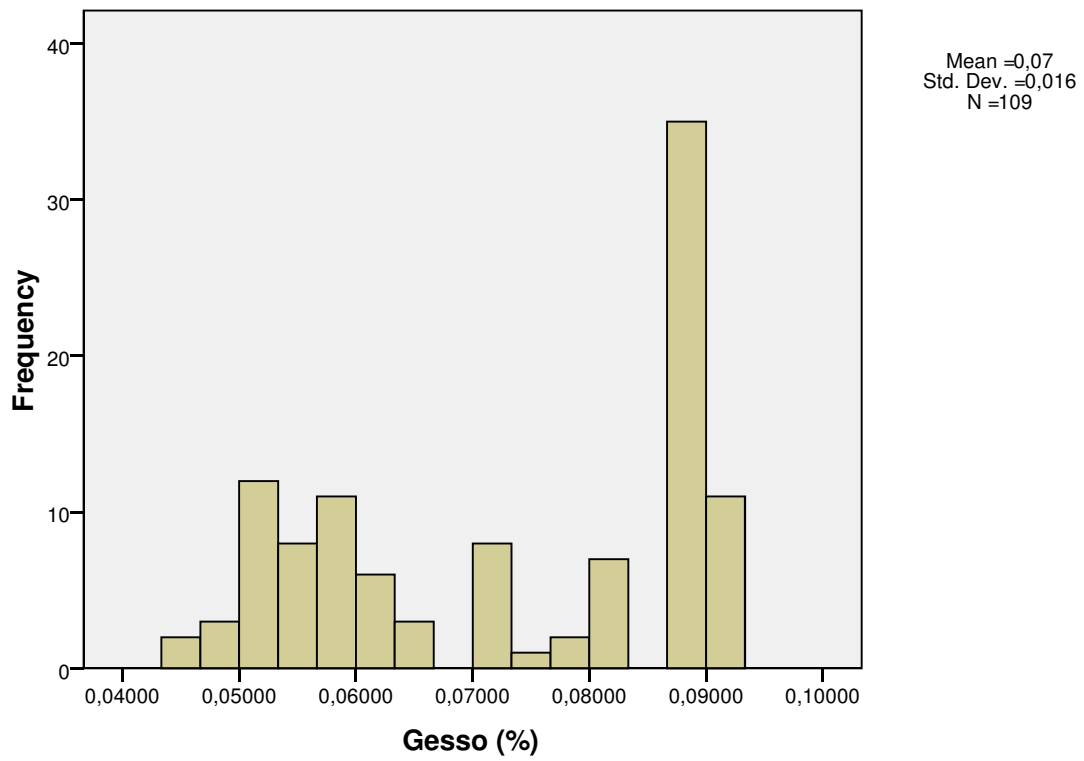
Retorno (t/h)



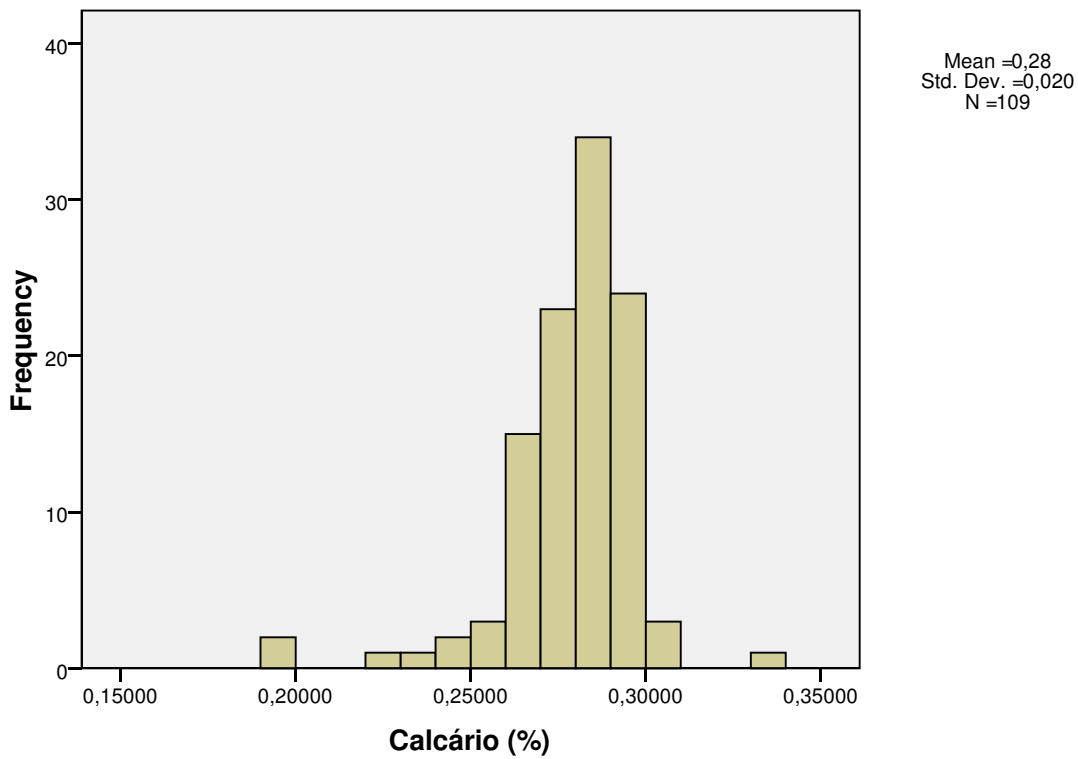
Clinker (%)



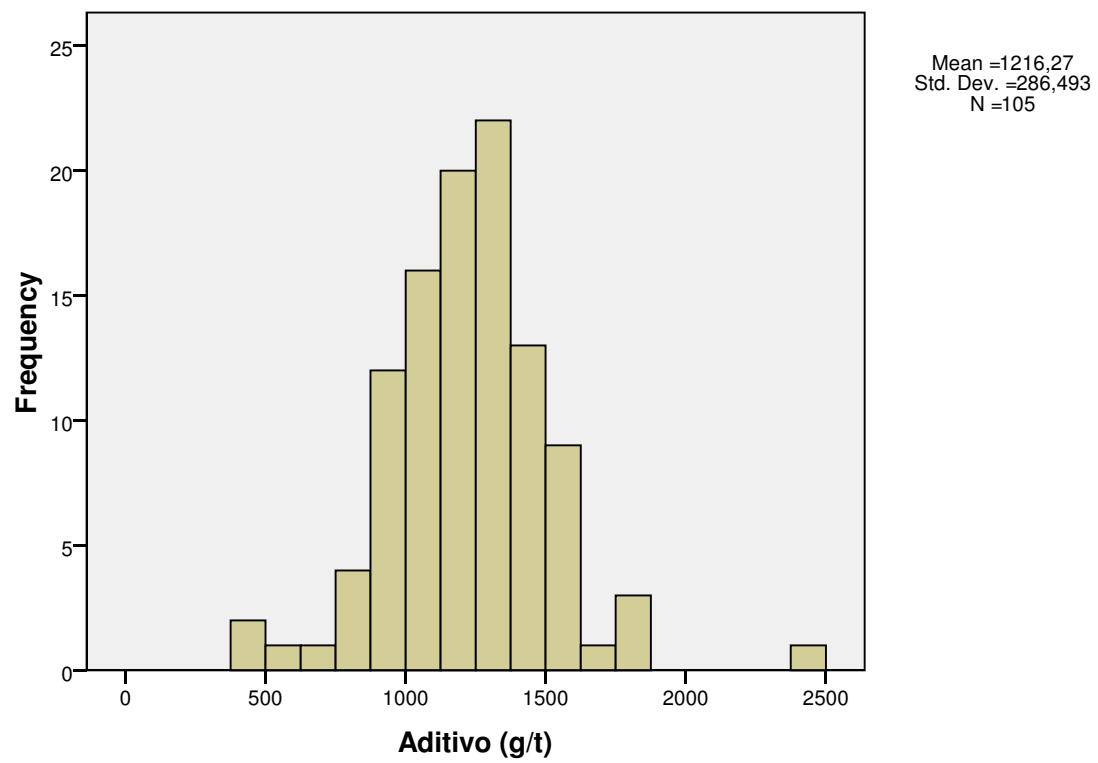
Gesso (%)



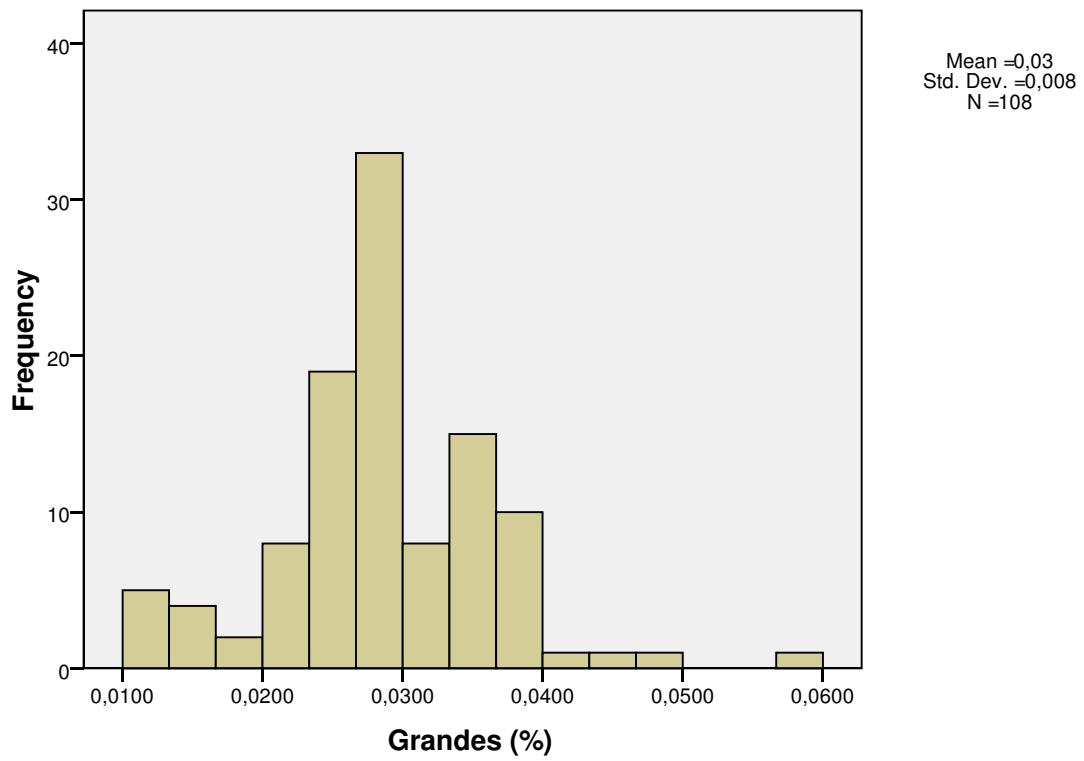
Calcário (%)



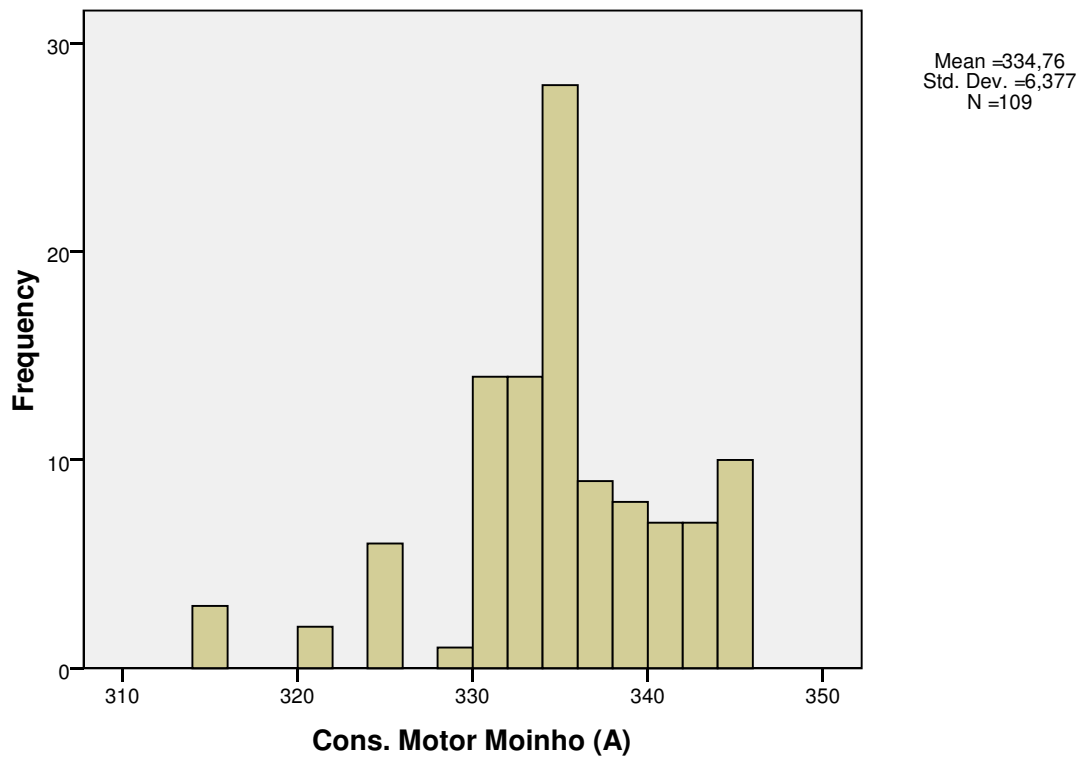
Aditivo (g/t)



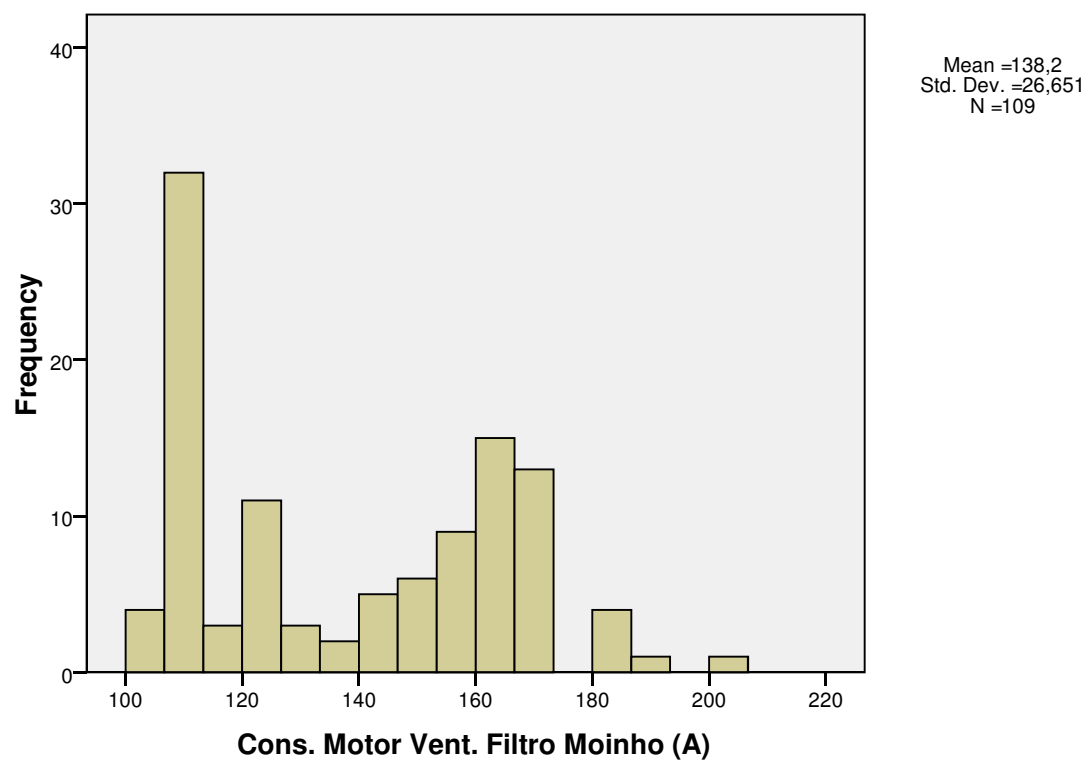
Grandes (%)



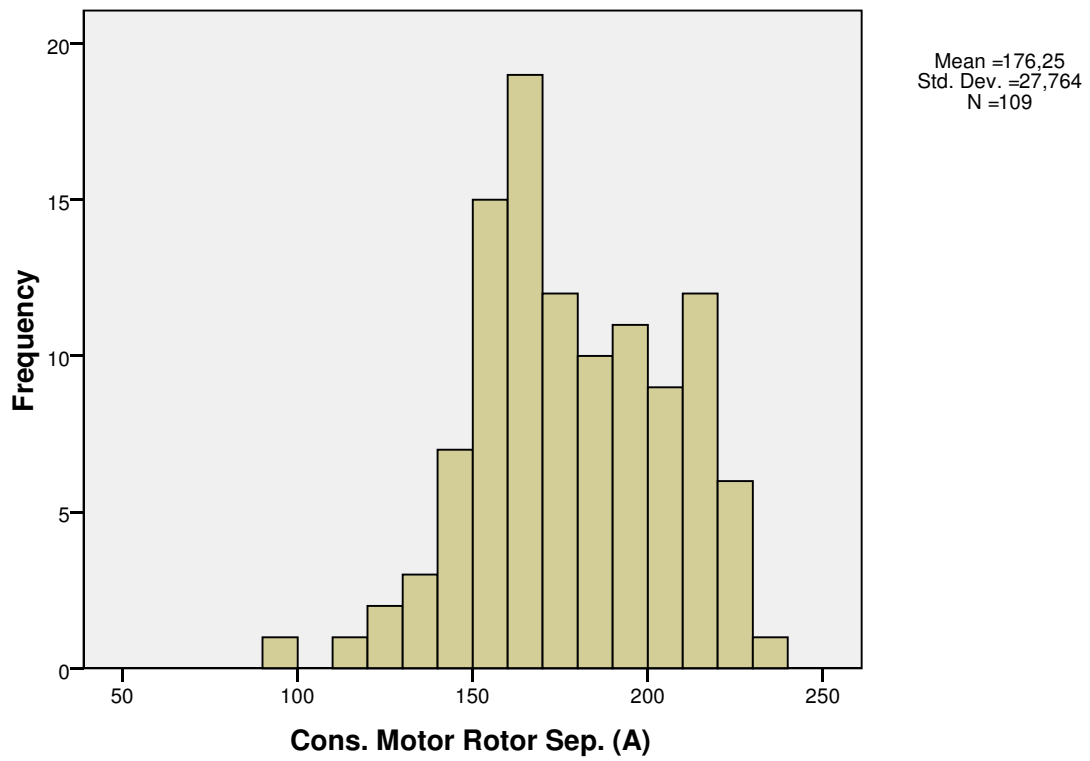
Cons. Motor Moinho (A)



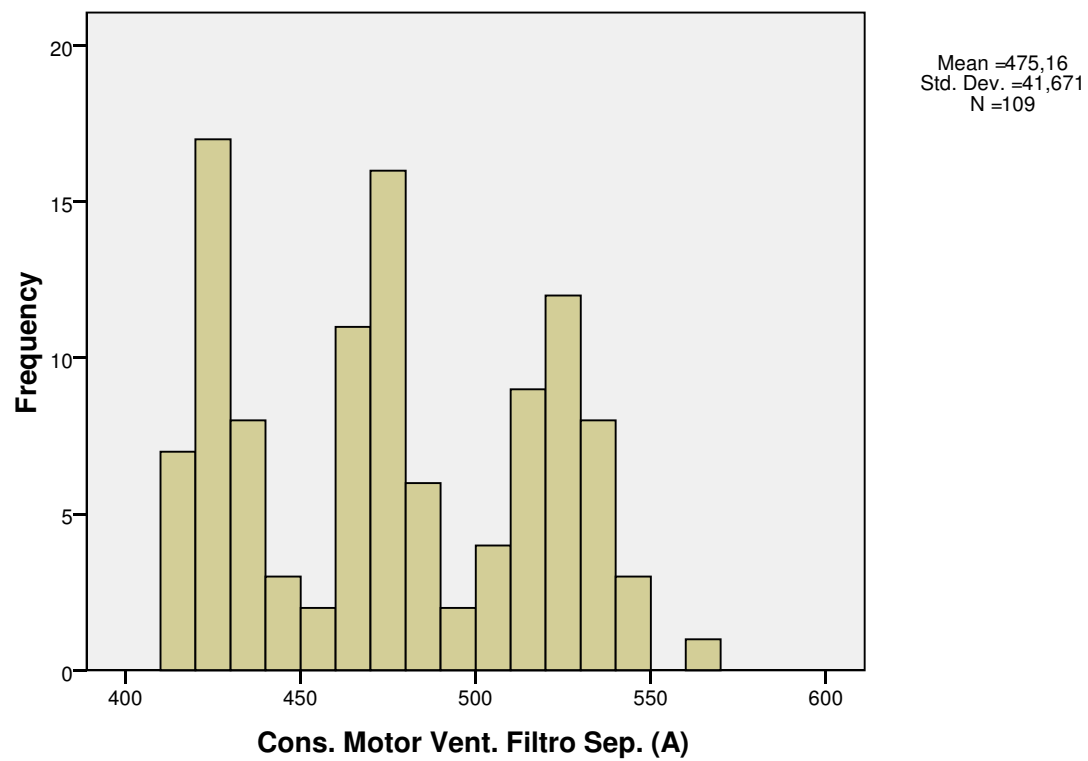
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)



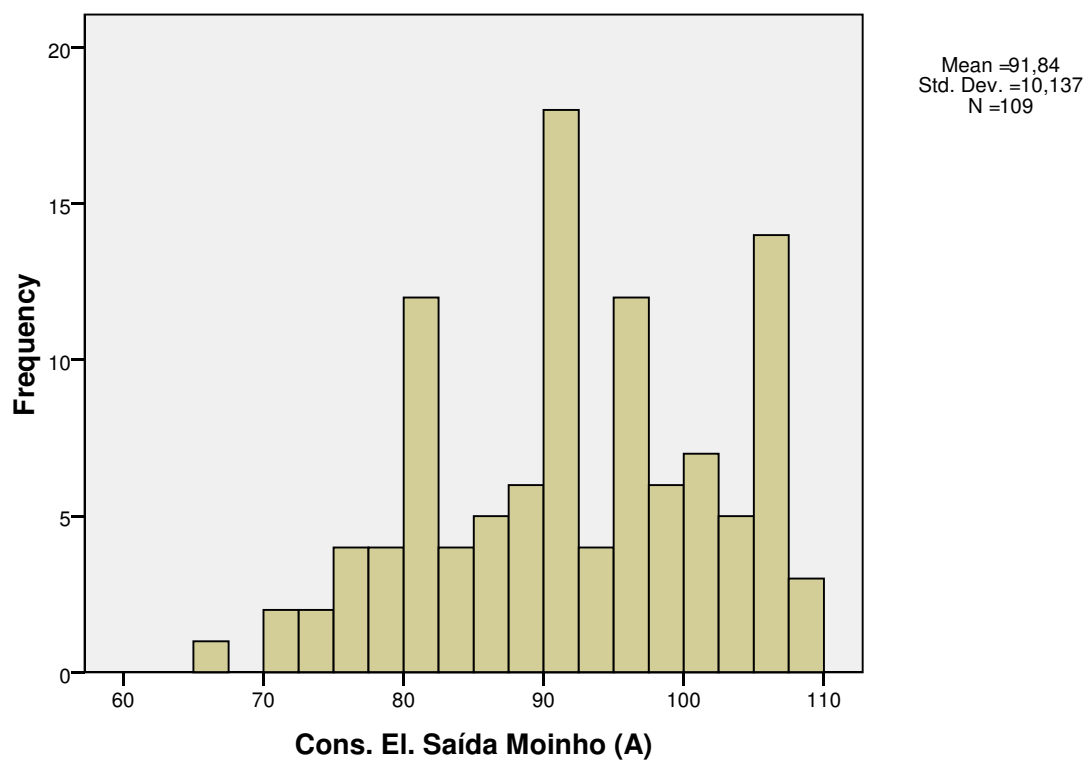
Cons. Motor Rotor Sep. (A)



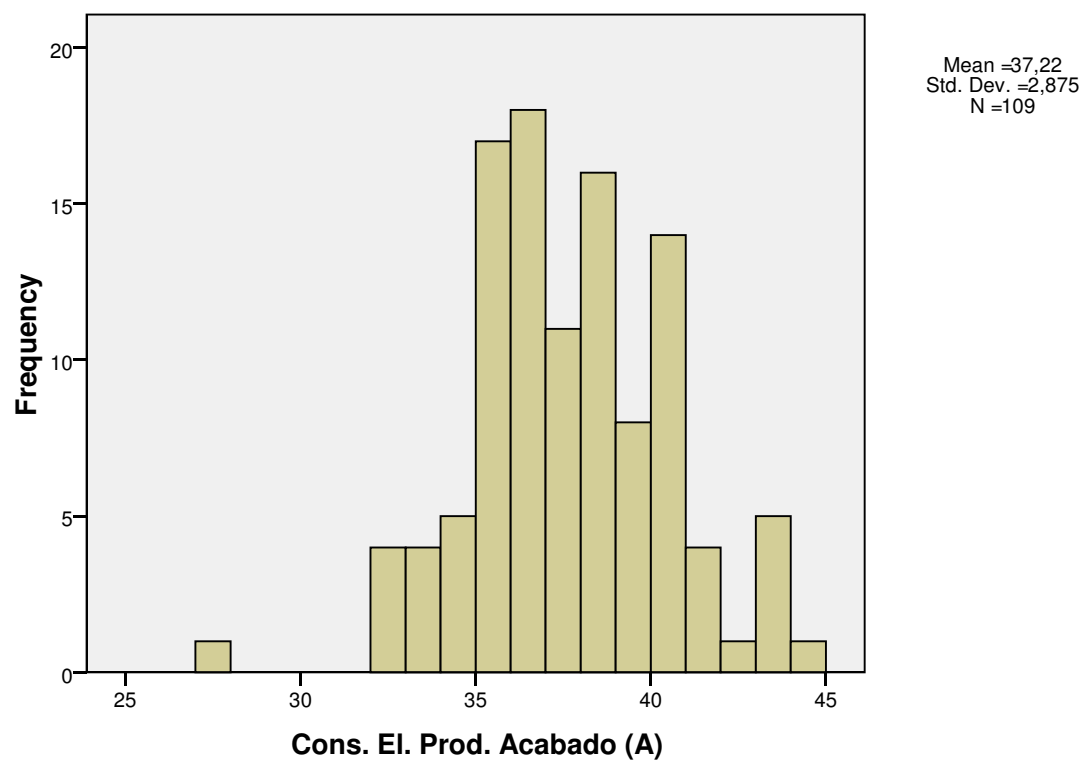
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)



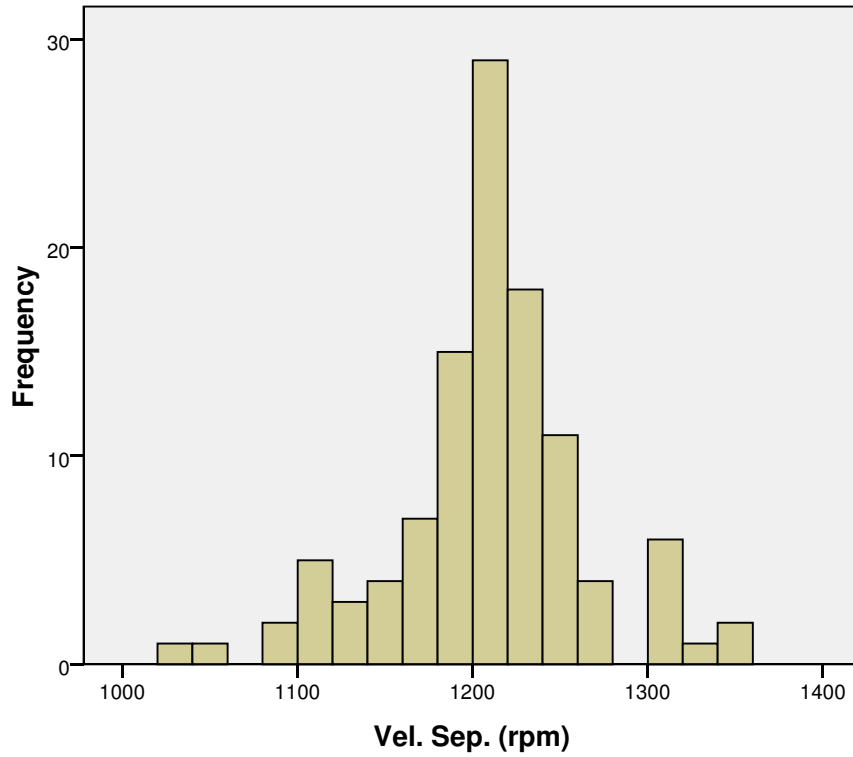
Cons. El. Saída Moinho (A)



Cons. El. Prod. Acabado (A)

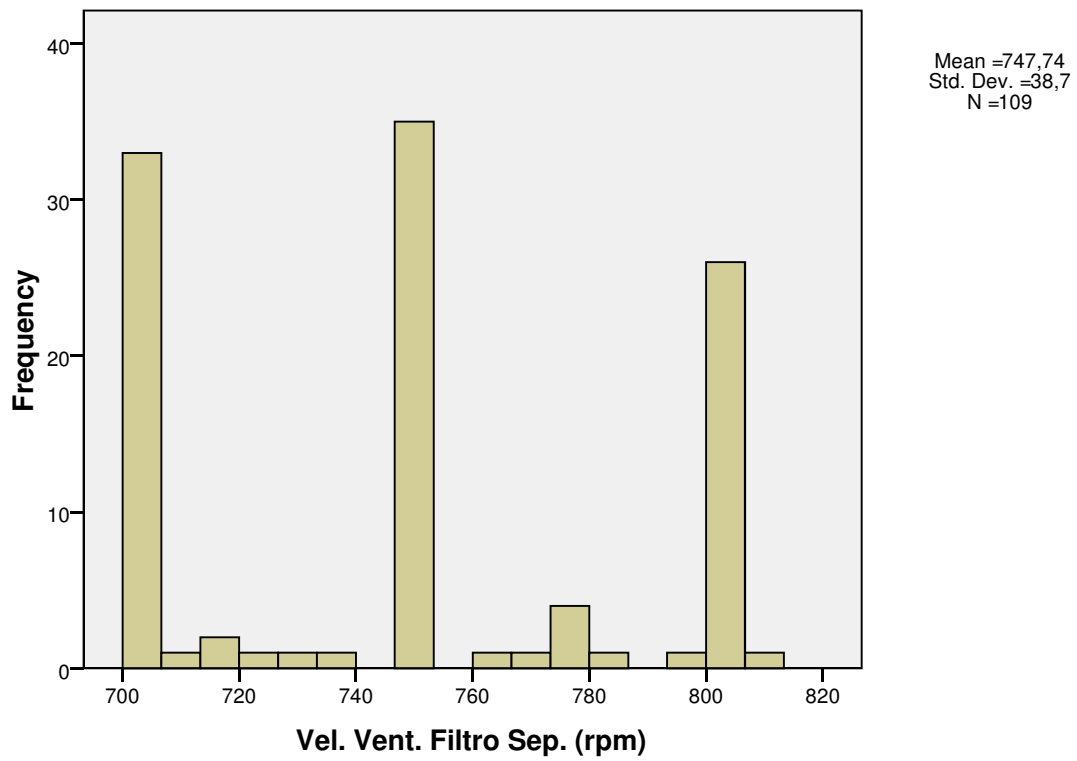


Vel. Sep. (rpm)

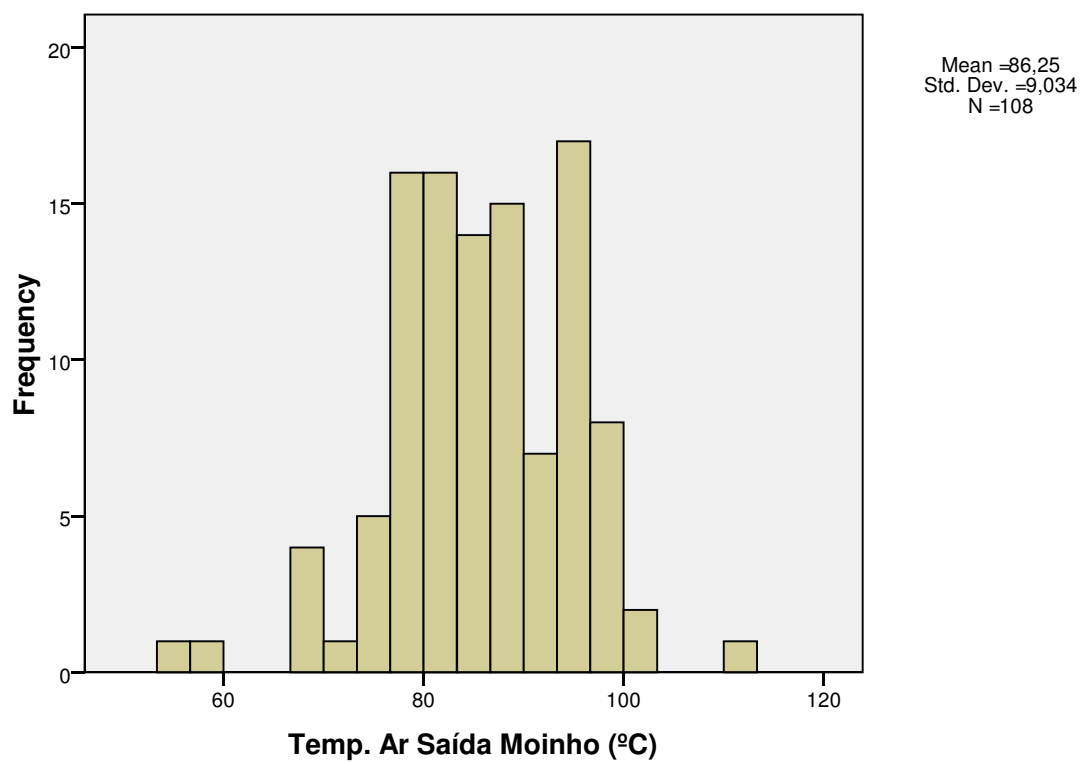


Mean =1205,37
Std. Dev. =56,242
N =109

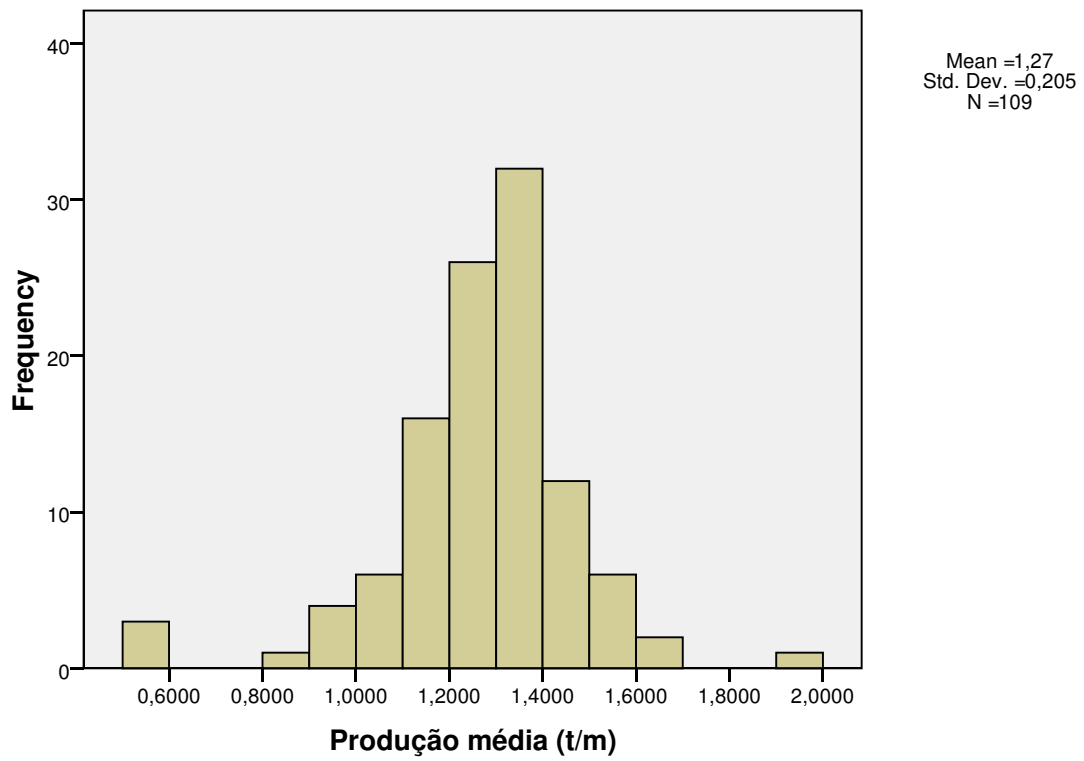
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)



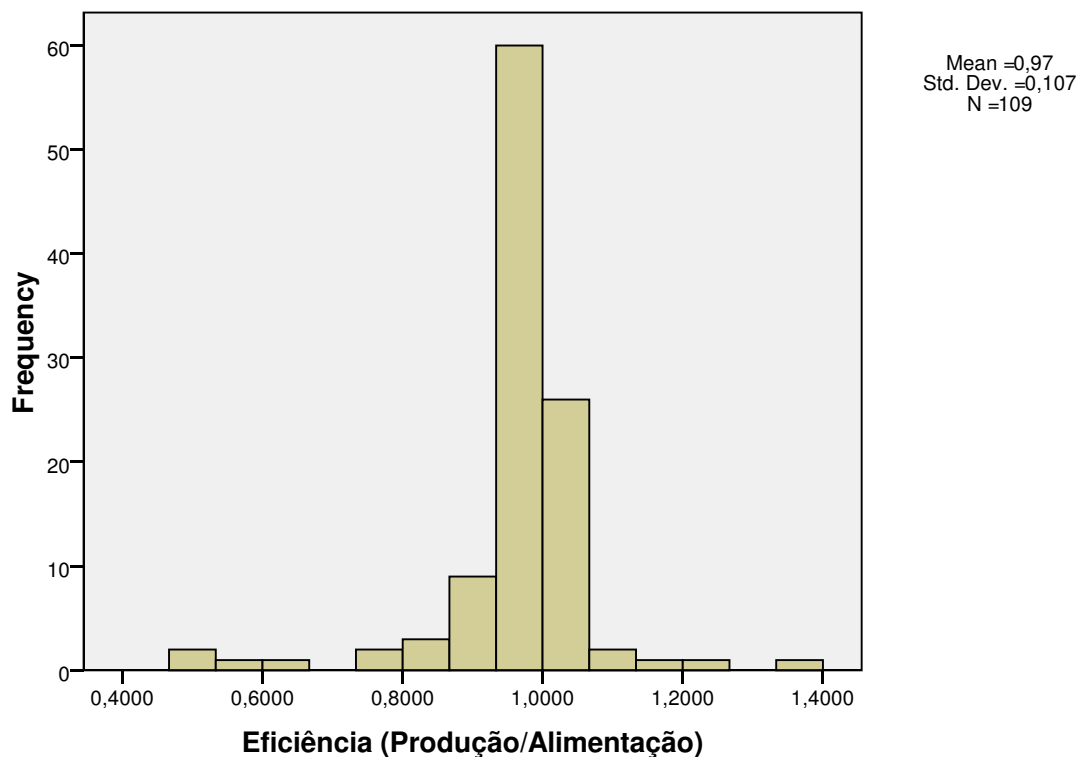
Temp. Ar Saída Moinho (°C)



Produção média (t/m)



Eficiência (Produção/Alimentação)



```
EXAMINE VARIABLES=PROD DUR ALIM RET CLI GES CAL ADI GRA CCMM CCMVFM CCMRS
CCMVFS CCESM CCEPA VS VVF TEMP PRODpm EFIC
/PLOT NPLOT
/STATISTICS NONE
/CINTERVAL 95
/MISSING PAIRWISE
/NOTOTAL.
```

Explore

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados \Dados Cimento Dias.sav

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Produção (t)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Duração (m)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Alimentação (t/h)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Retorno (t/h)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Clinker (%)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Gesso (%)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Calcário (%)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Aditivo (g/t)	105	96,3%	4	3,7%	109	100,0%
Grandes (%)	108	99,1%	1	,9%	109	100,0%
Cons. Motor Moinho (A)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Cons. El. Saída Moinho (A)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Cons. El. Prod. Acabado (A)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Vel. Sep. (rpm)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	108	99,1%	1	,9%	109	100,0%
Produção média (t/m)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%
Eficiência (Produção/Alimentação)	109	100,0%	0	,0%	109	100,0%

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Produção (t)	,172	109	,000	,897	109	,000
Duração (m)	,193	109	,000	,866	109	,000
Alimentação (t/h)	,089	109	,033	,984	109	,222
Retorno (t/h)	,183	109	,000	,867	109	,000
Clinker (%)	,175	109	,000	,913	109	,000
Gesso (%)	,243	109	,000	,830	109	,000
Calcário (%)	,134	109	,000	,885	109	,000
Aditivo (g/t)	,071	105	,200*	,958	105	,002
Grandes (%)	,095	108	,018	,965	108	,006
Cons. Motor Moinho (A)	,118	109	,001	,933	109	,000
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	,158	109	,000	,888	109	,000
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	,076	109	,155	,980	109	,097

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Normality

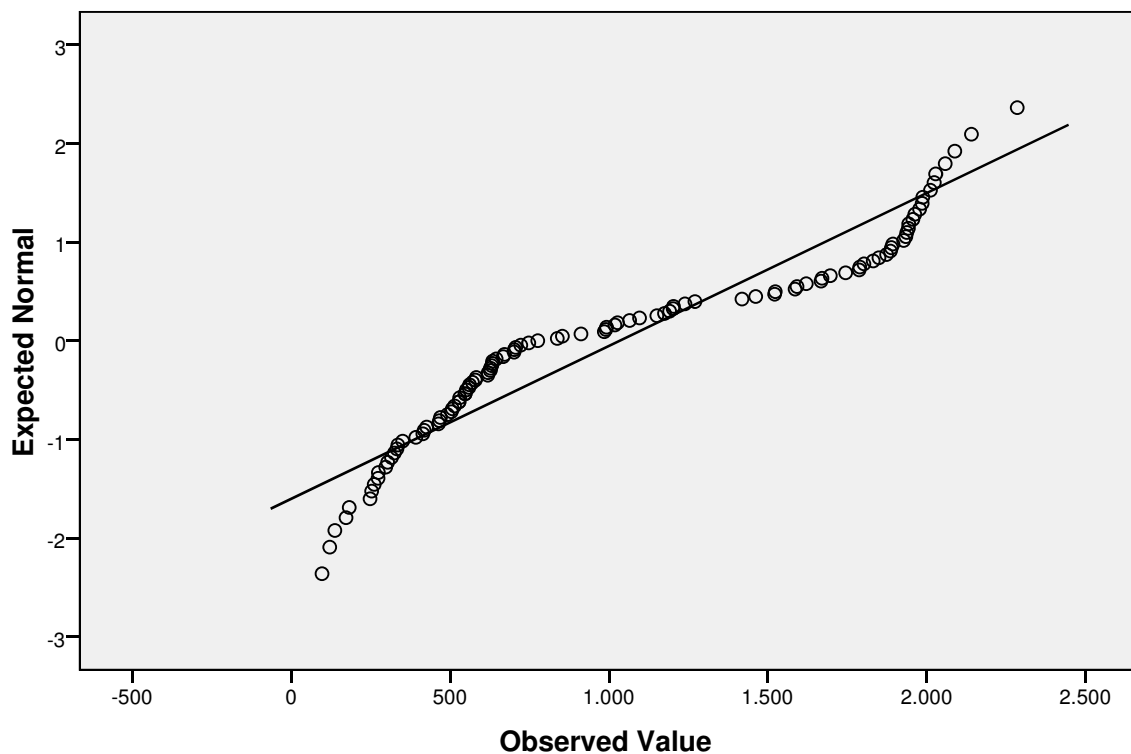
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	,117	109	,001	,931	109	,000
Cons. El. Saída Moinho (A)	,070	109	,200*	,969	109	,011
Cons. El. Prod. Acabado (A)	,105	109	,005	,974	109	,033
Vel. Sep. (rpm)	,119	109	,001	,956	109	,001
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	,185	109	,000	,840	109	,000
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	,074	108	,176	,977	108	,058
Produção média (t/m)	,122	109	,000	,916	109	,000
Eficiência (Produção/Alimentação)	,261	109	,000	,670	109	,000

a. Lilliefors Significance Correction

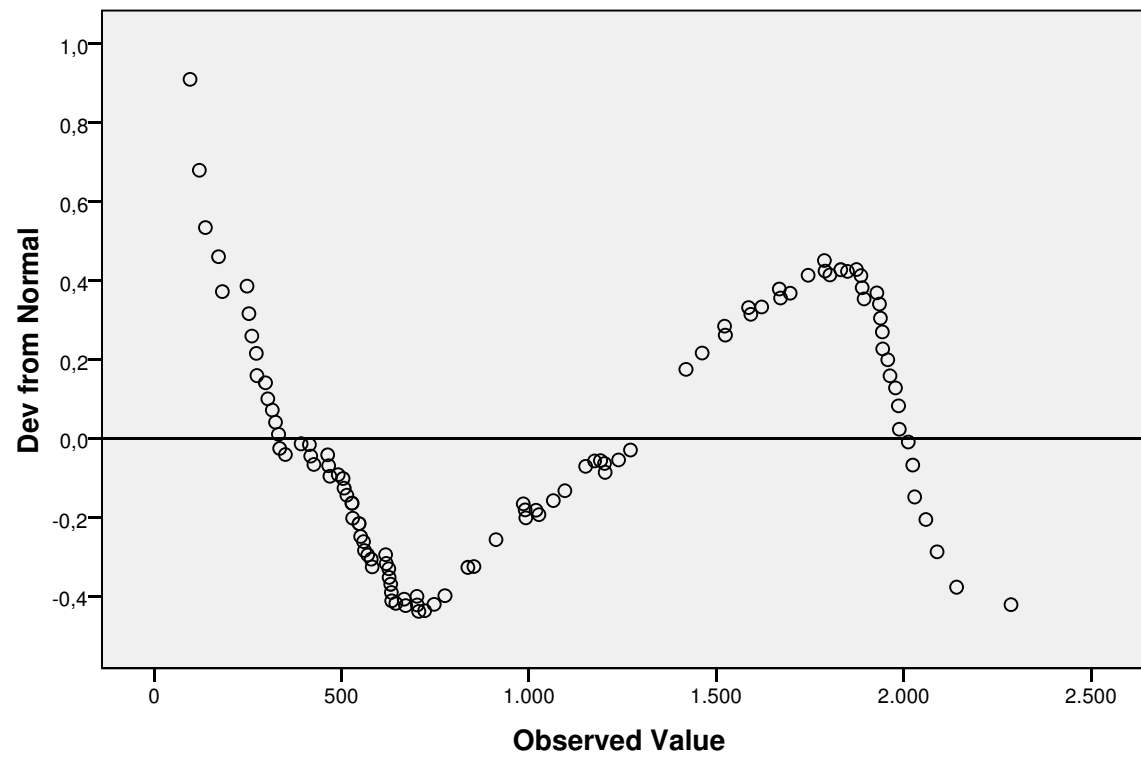
*. This is a lower bound of the true significance.

Produção (t)

Normal Q-Q Plot of Produção (t)

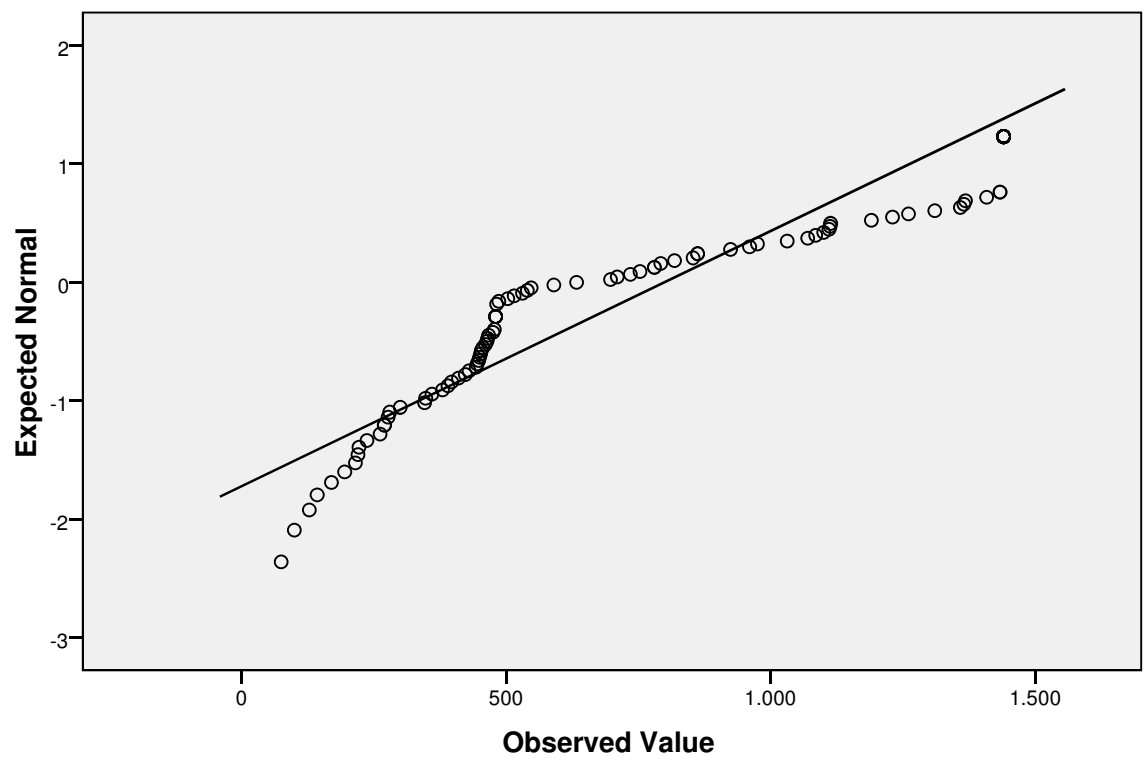


Detrended Normal Q-Q Plot of Produção (t)

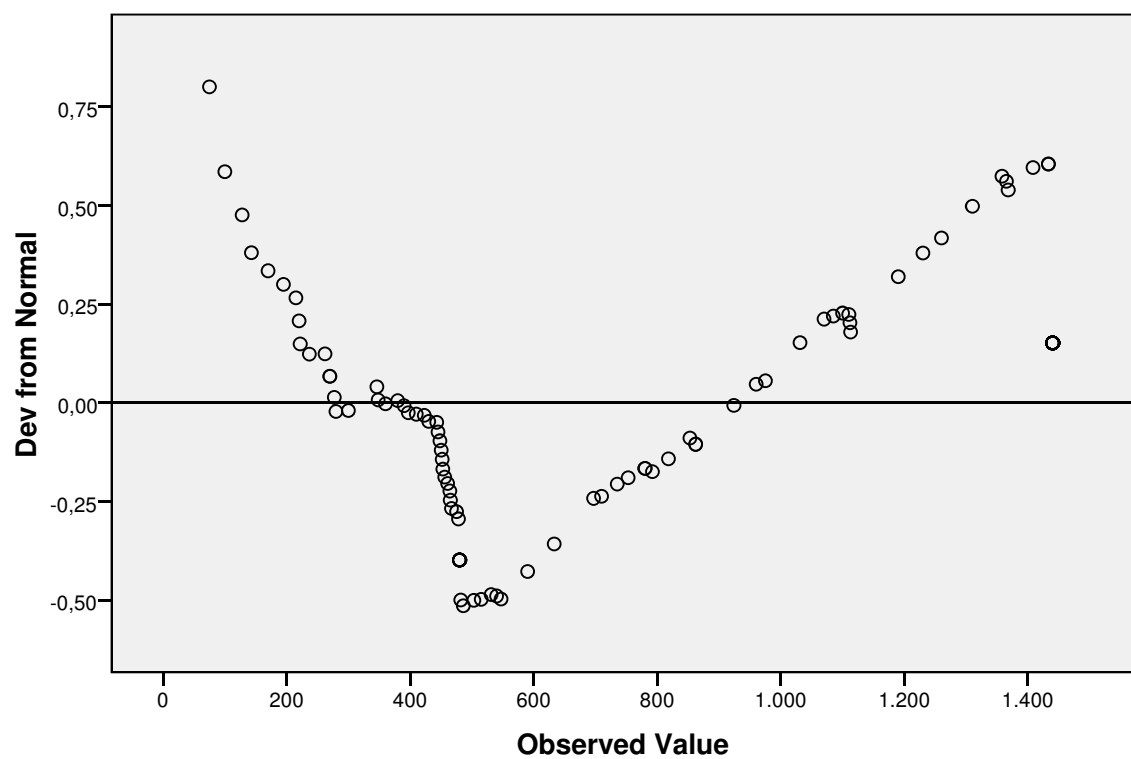


Duração (m)

Normal Q-Q Plot of Duração (m)

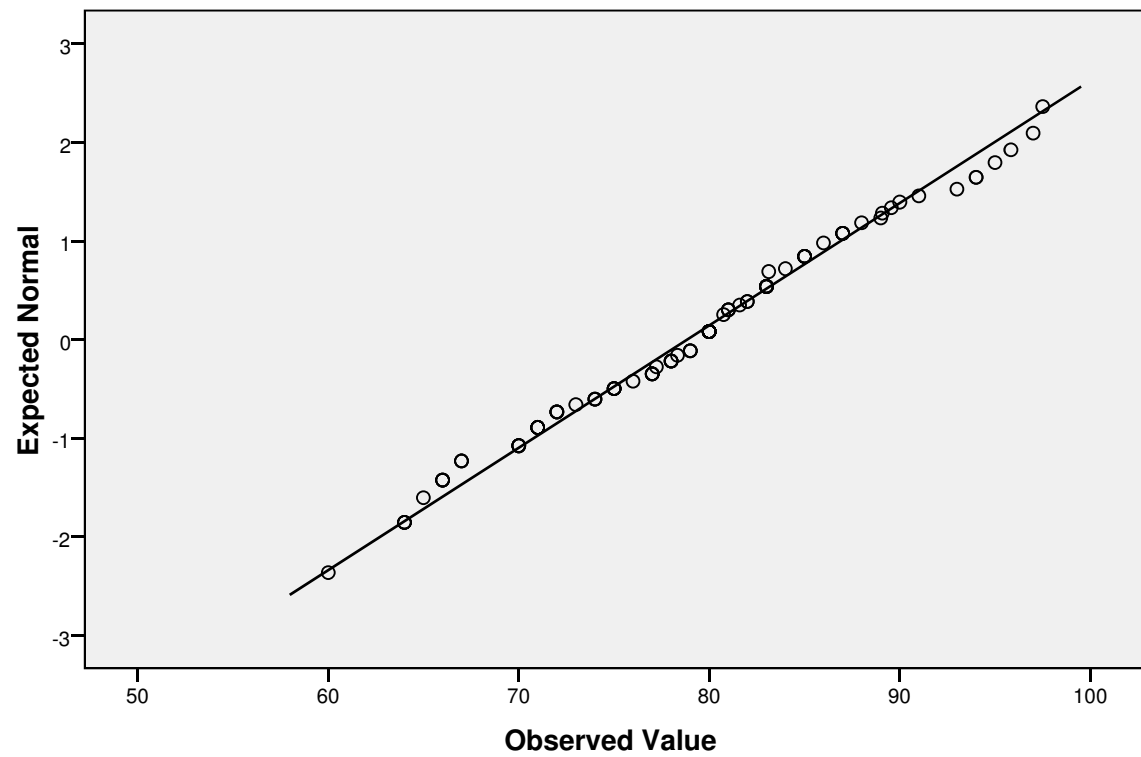


Detrended Normal Q-Q Plot of Duração (m)

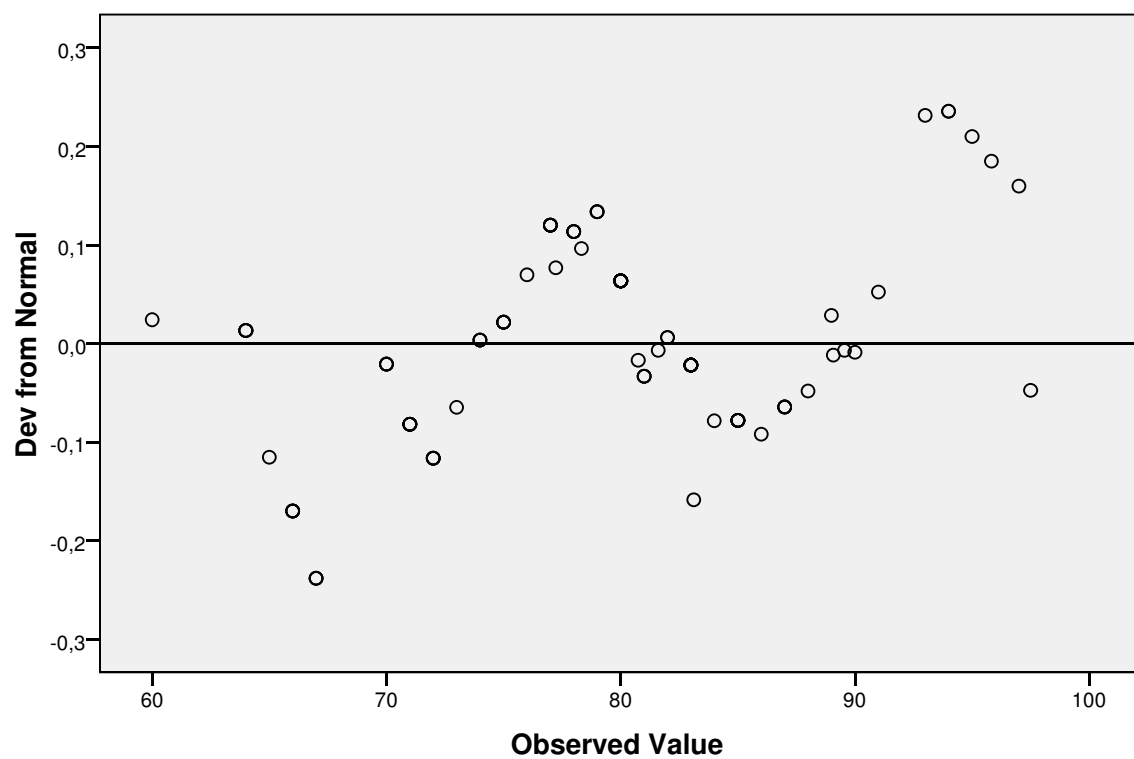


Alimentação (t/h)

Normal Q-Q Plot of Alimentação (t/h)

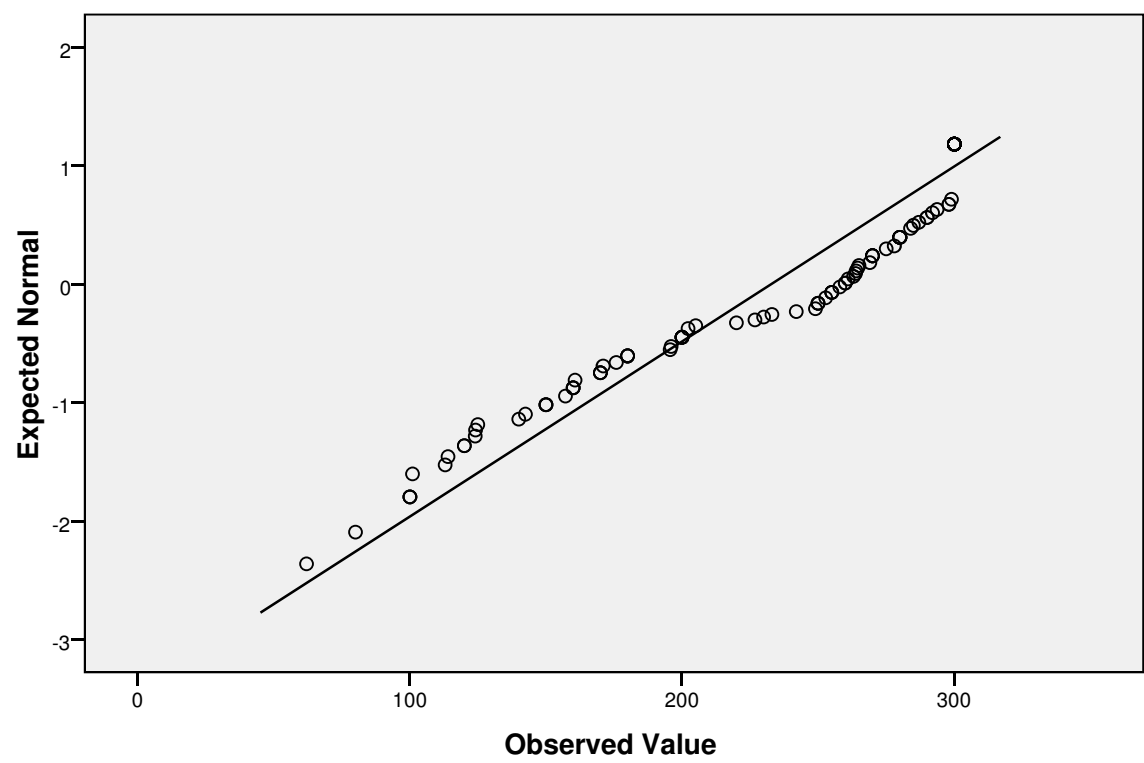


Detrended Normal Q-Q Plot of Alimentação (t/h)

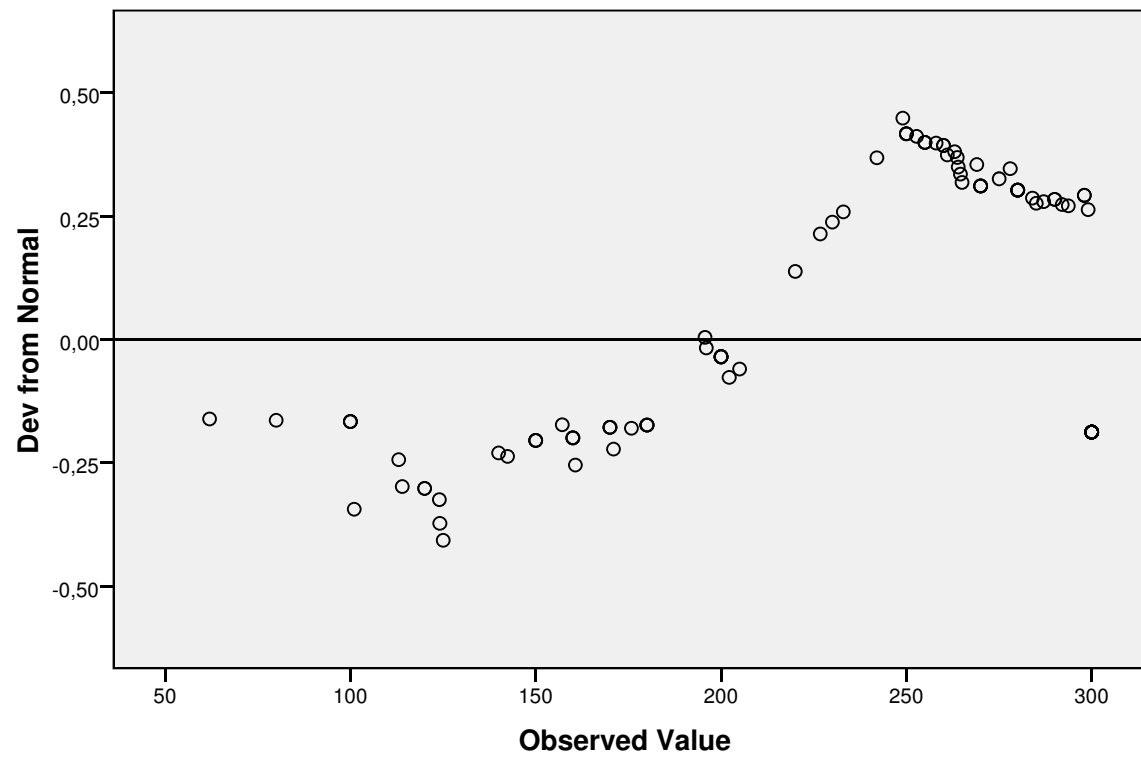


Retorno (t/h)

Normal Q-Q Plot of Retorno (t/h)

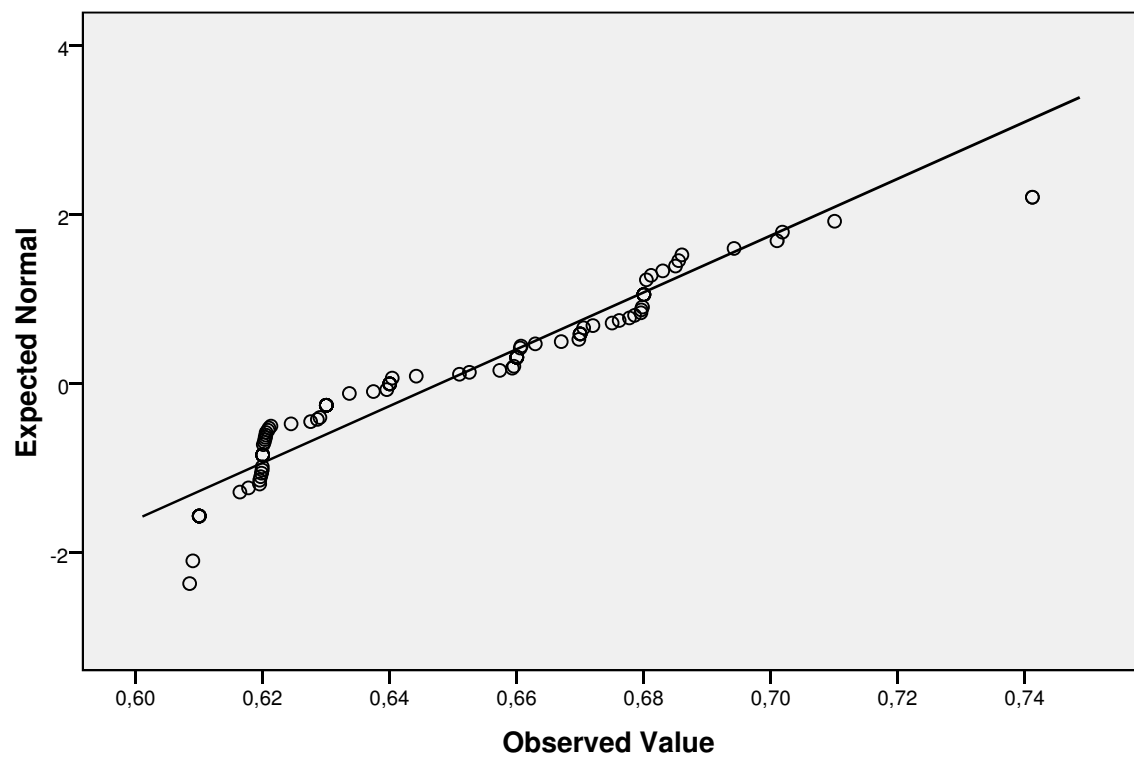


Detrended Normal Q-Q Plot of Retorno (t/h)

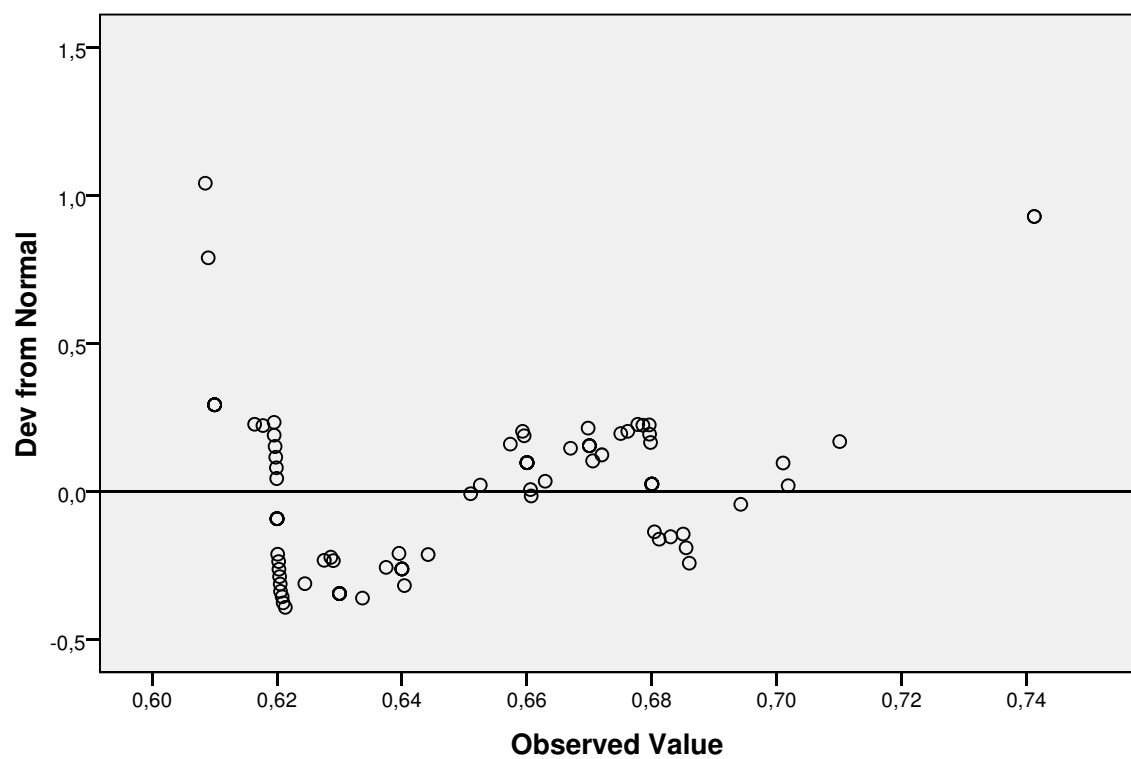


Clinker (%)

Normal Q-Q Plot of Clinker (%)

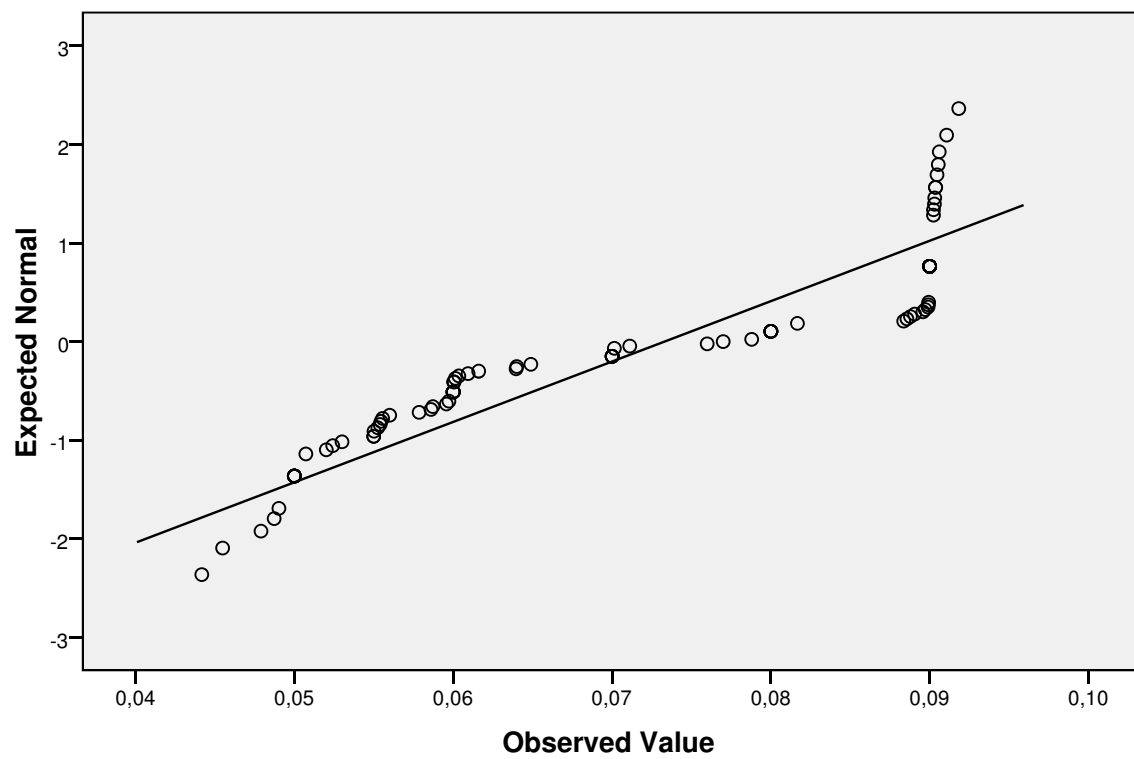


Detrended Normal Q-Q Plot of Clinker (%)

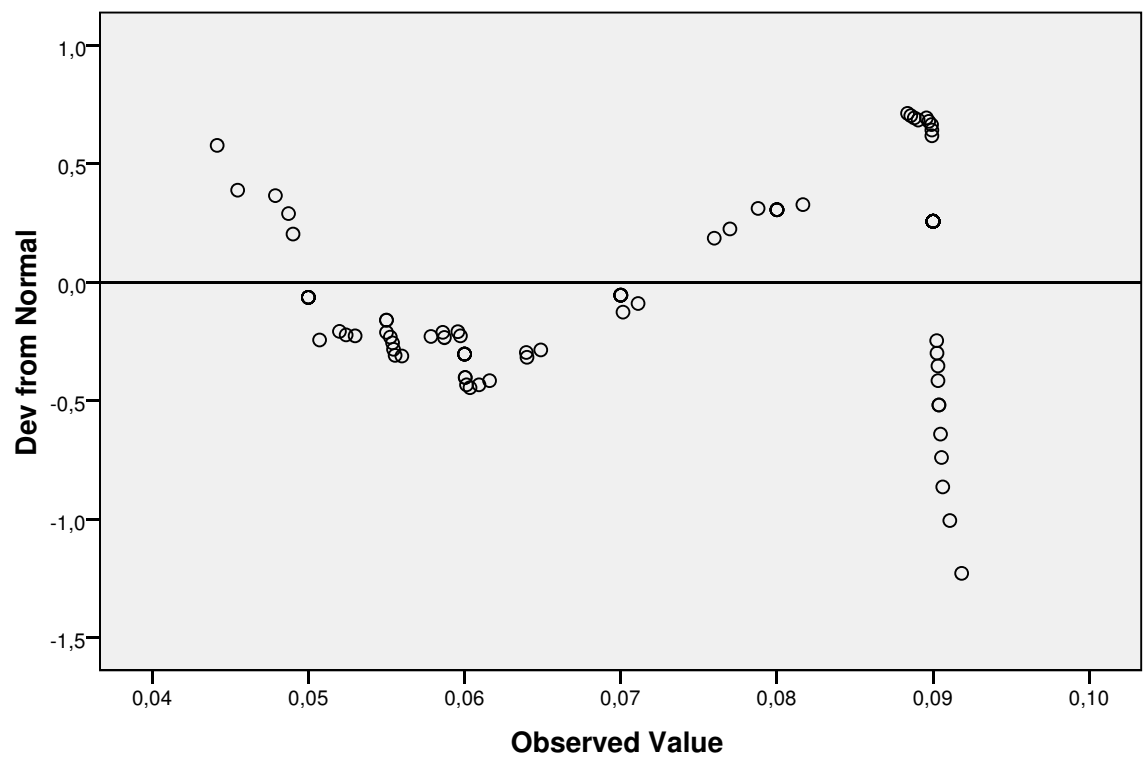


Gesso (%)

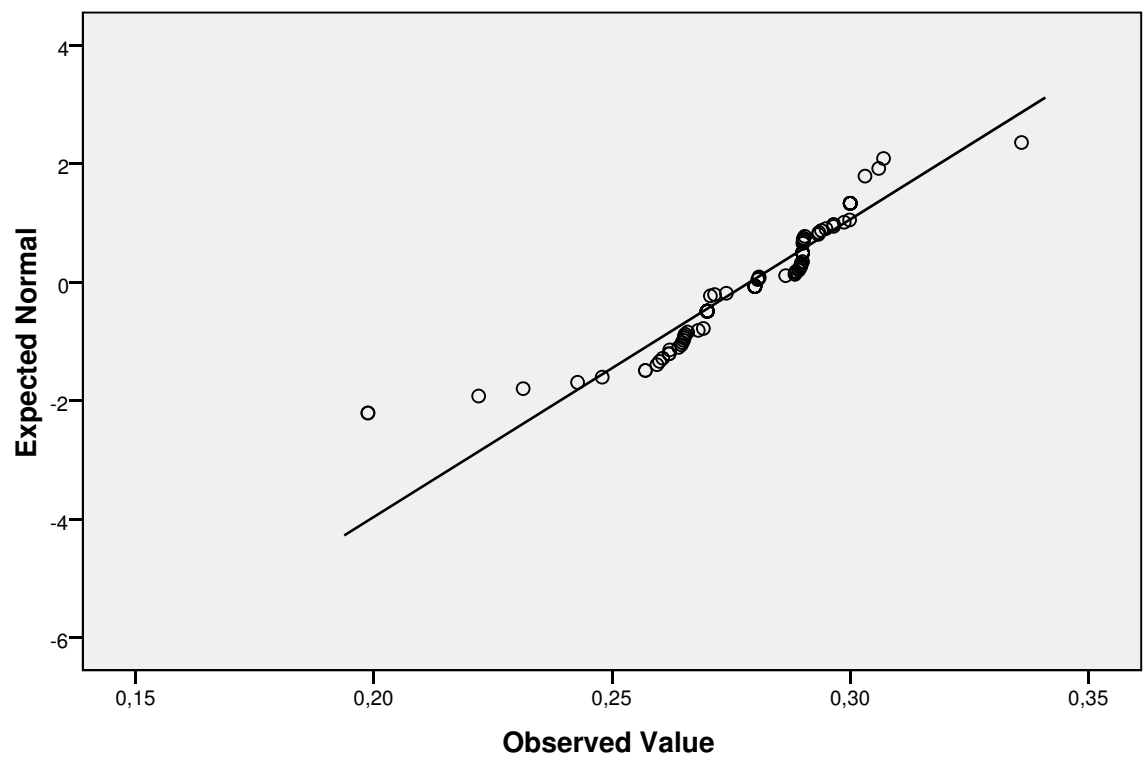
Normal Q-Q Plot of Gesso (%)

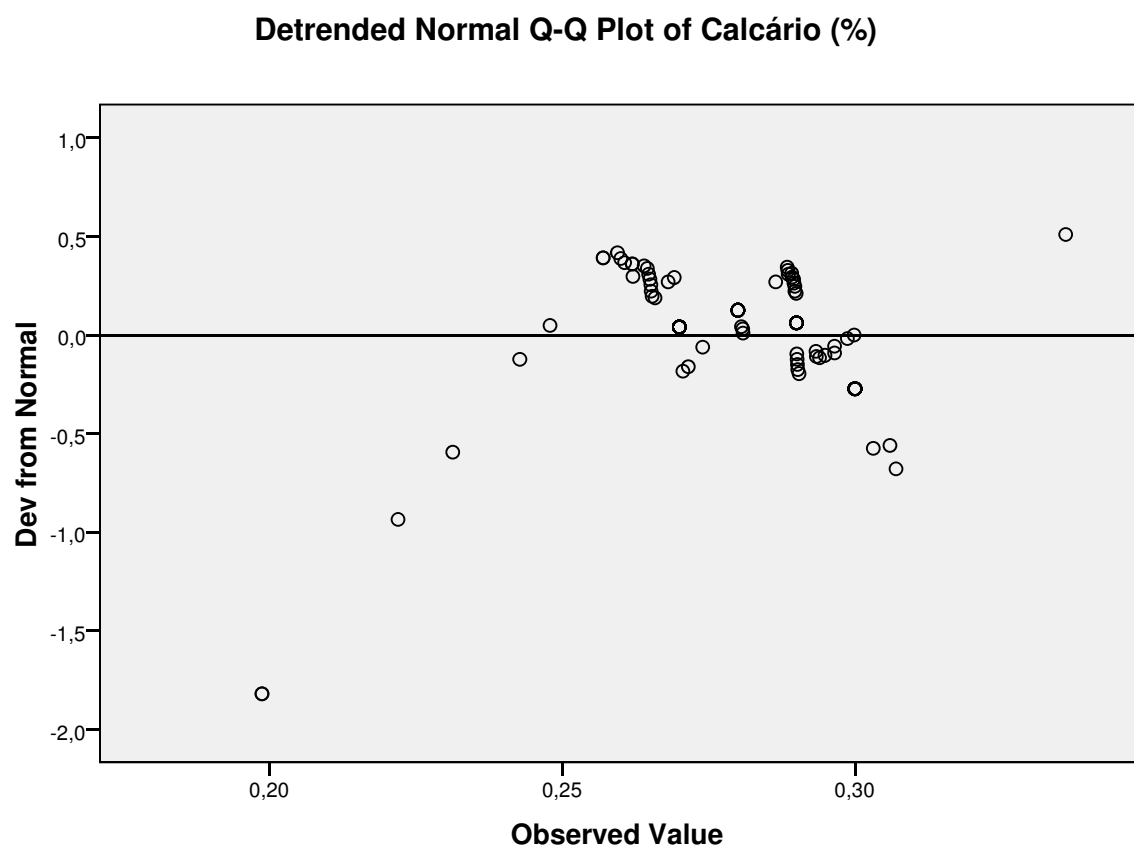


Detrended Normal Q-Q Plot of Gesso (%)

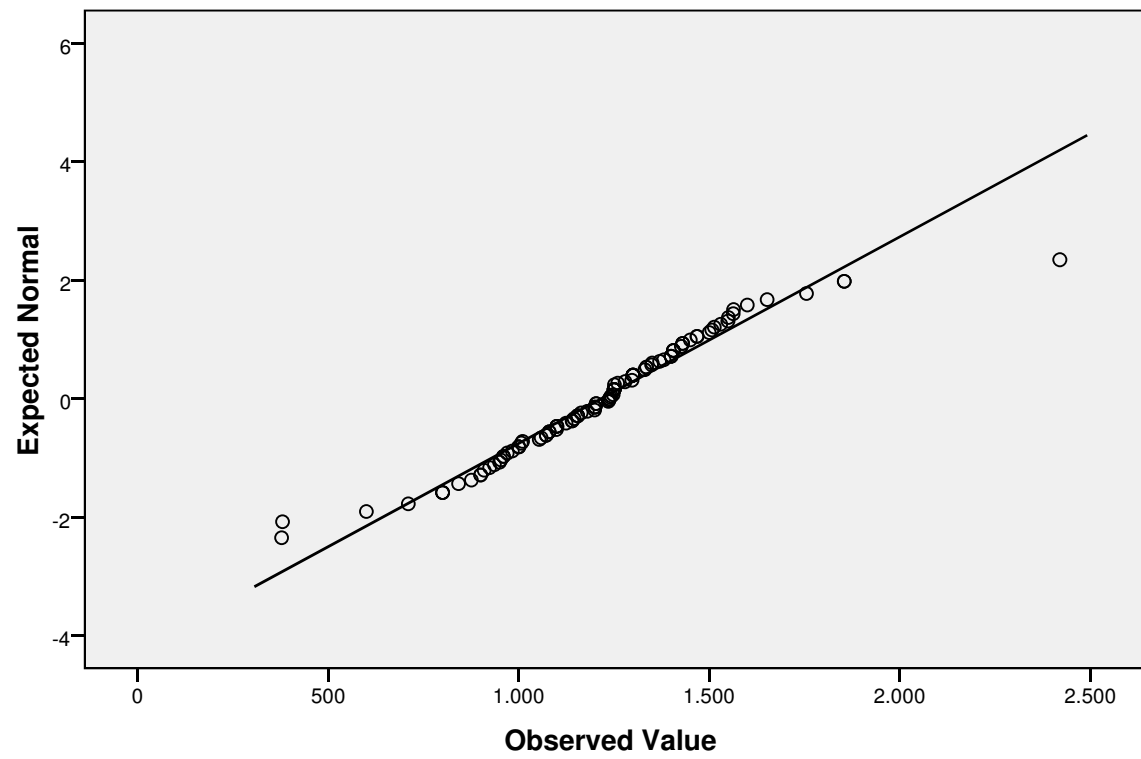


Normal Q-Q Plot of Calcário (%)

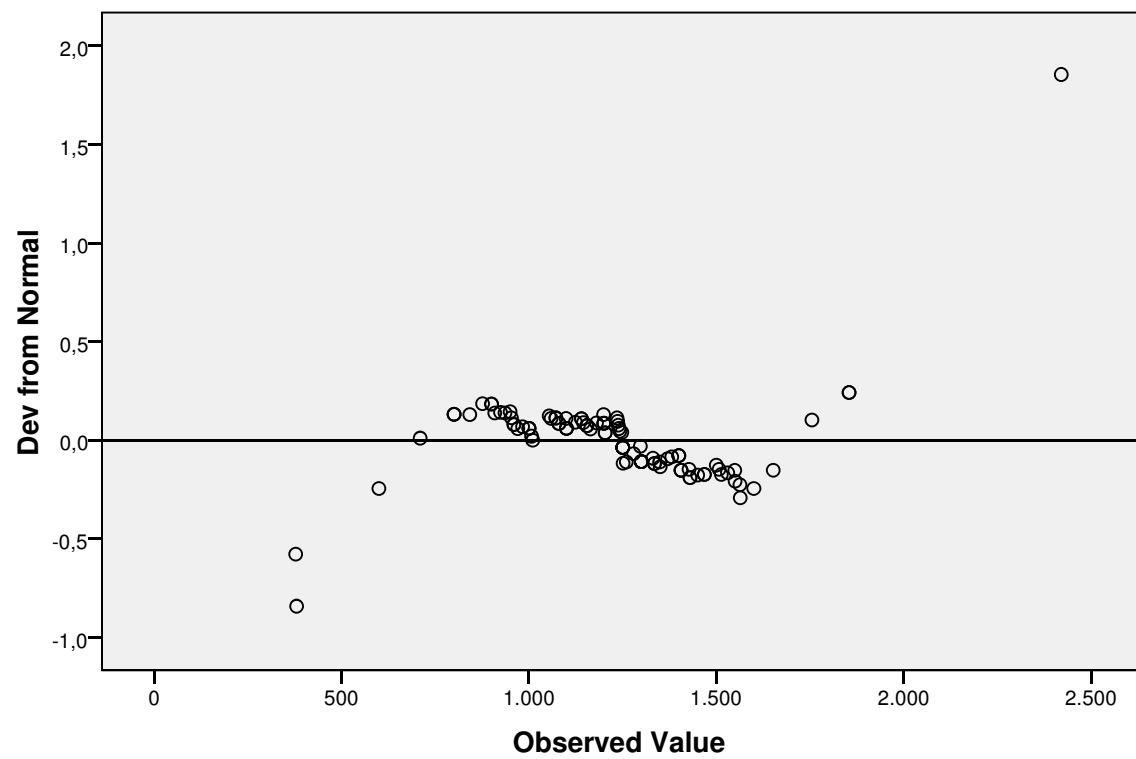




Normal Q-Q Plot of Aditivo (g/t)

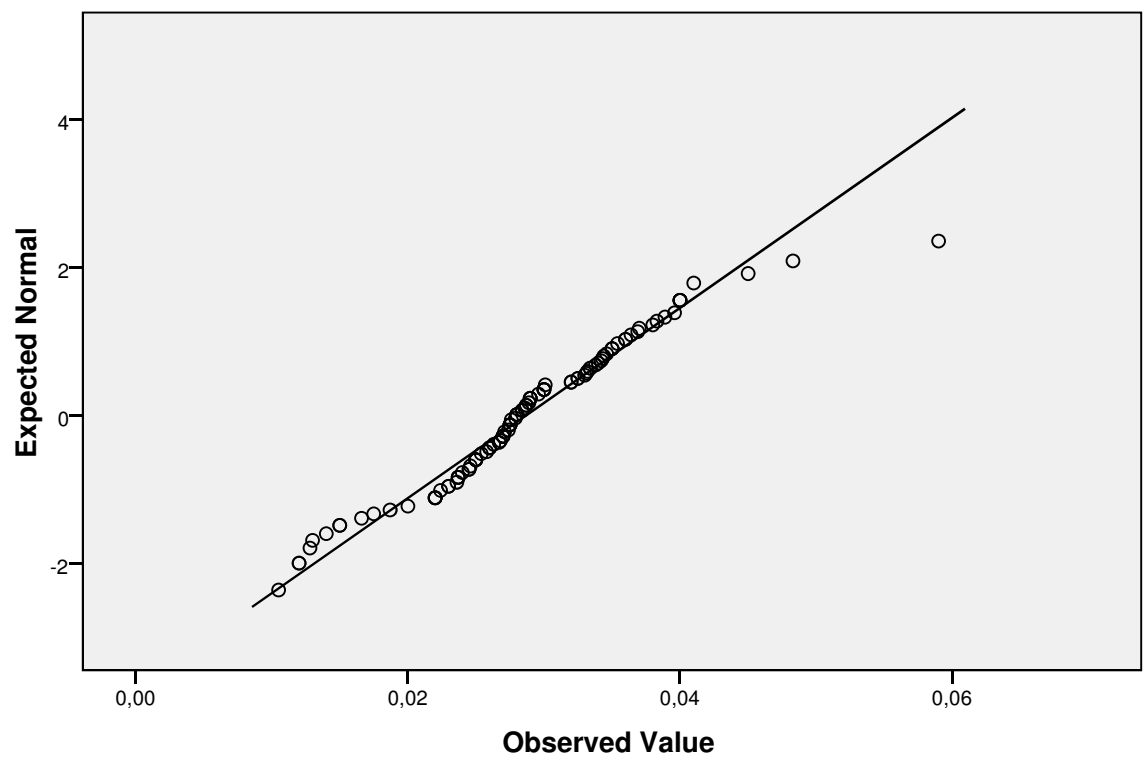


Detrended Normal Q-Q Plot of Aditivo (g/t)

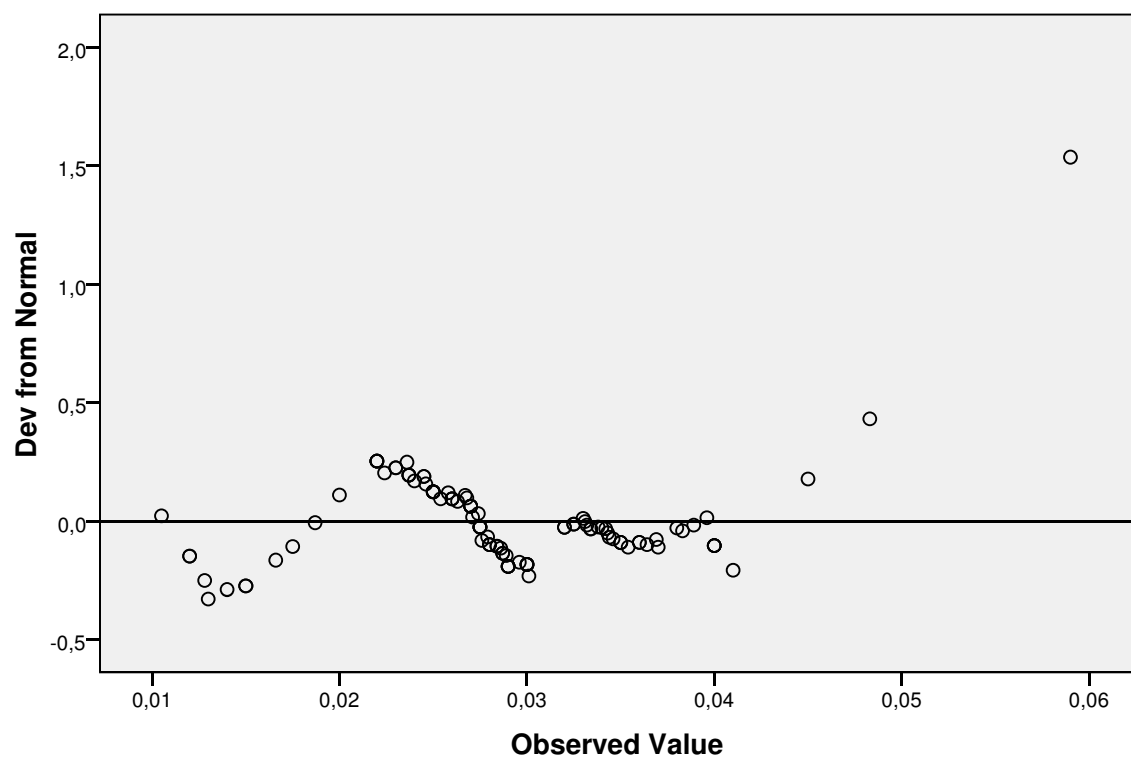


Grandes (%)

Normal Q-Q Plot of Grandes (%)

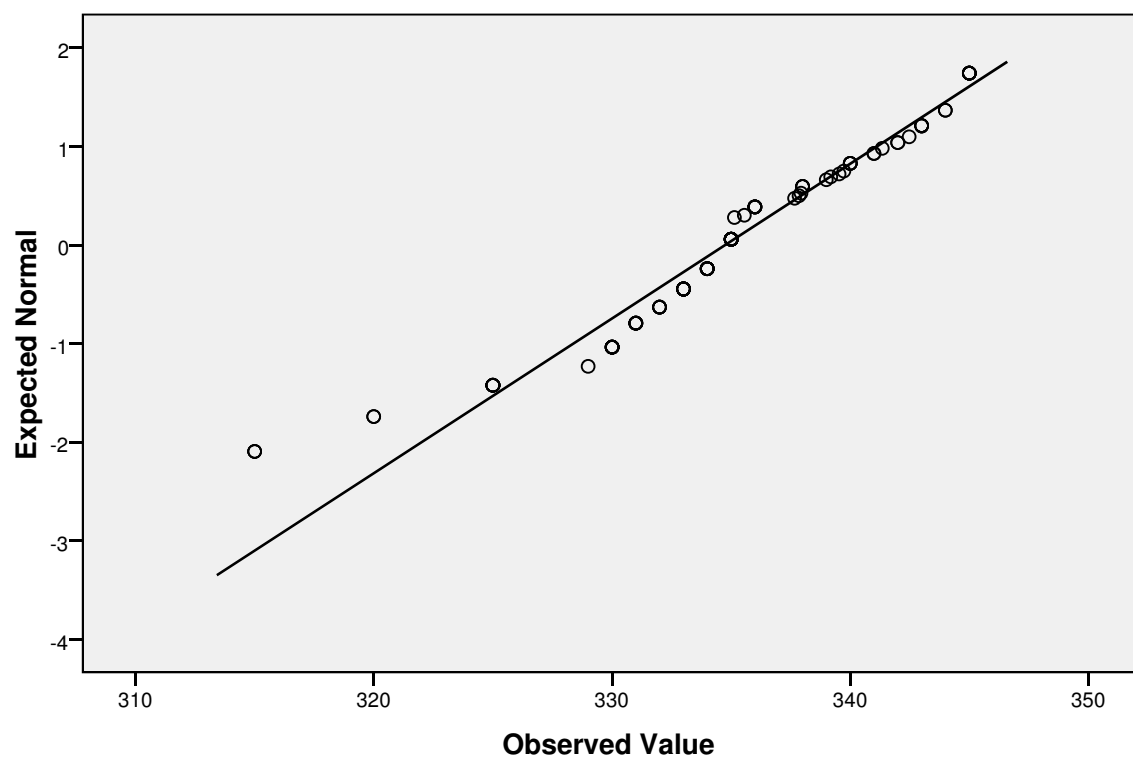


Detrended Normal Q-Q Plot of Grandes (%)

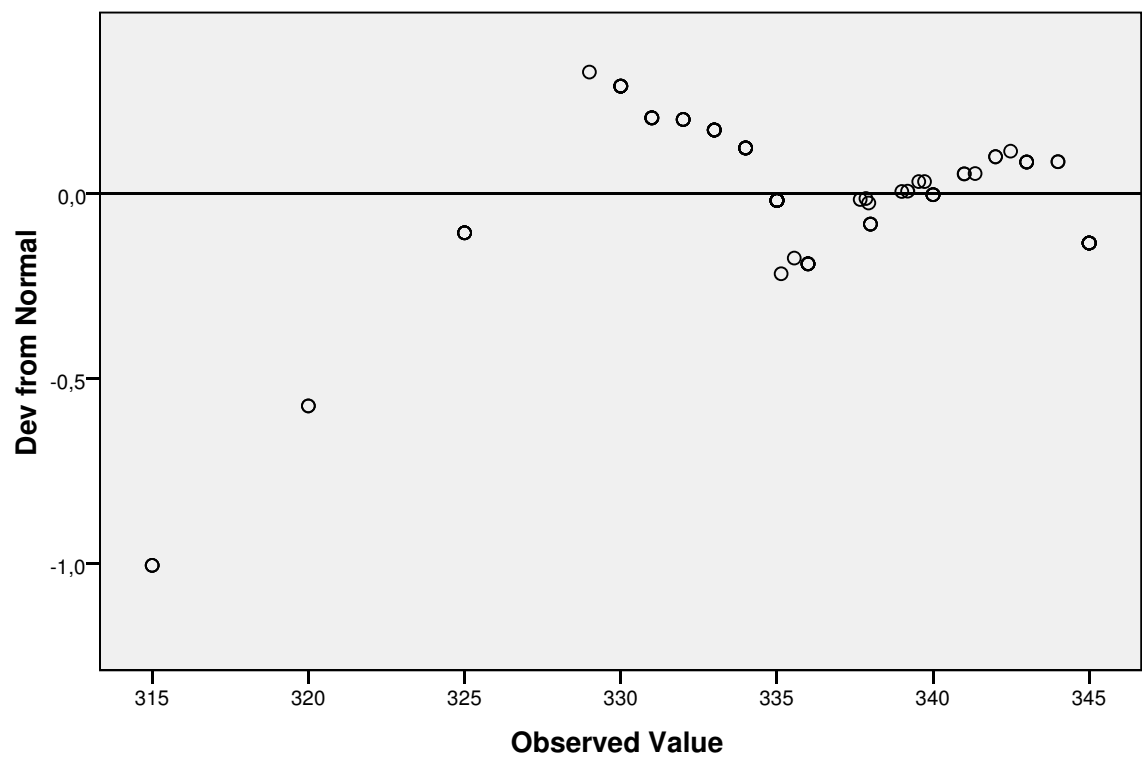


Cons. Motor Moinho (A)

Normal Q-Q Plot of Cons. Motor Moinho (A)

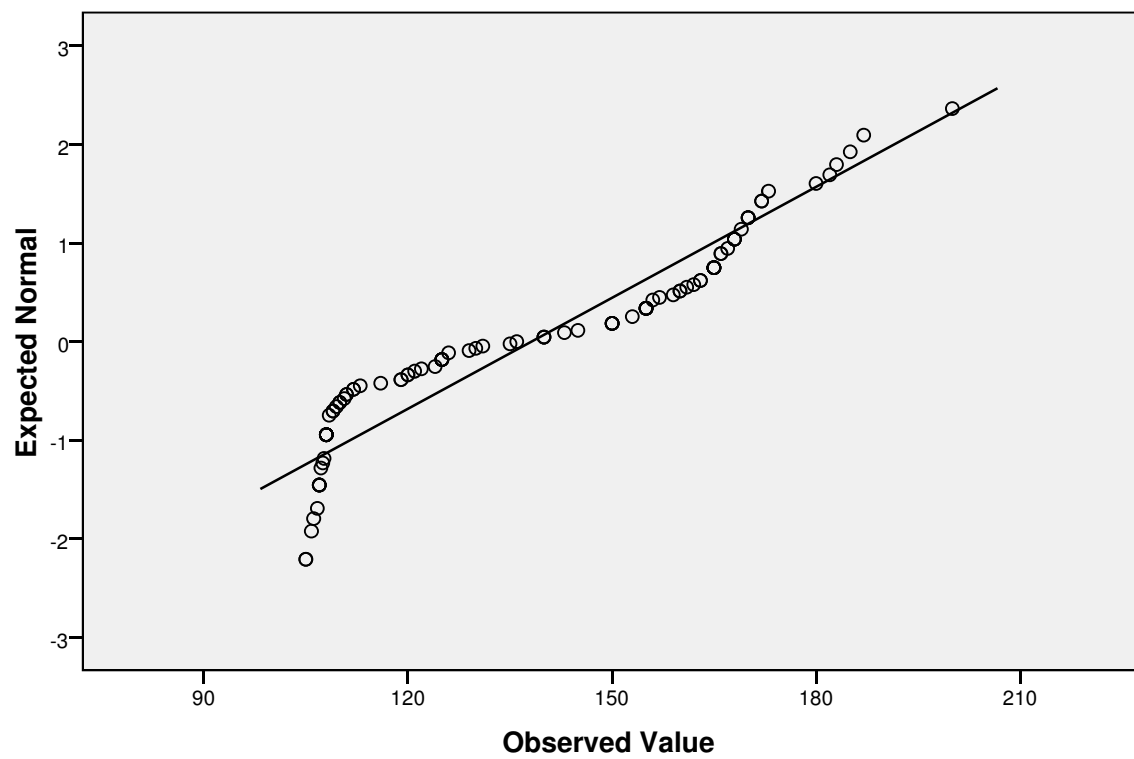


Detrended Normal Q-Q Plot of Cons. Motor Moinho (A)

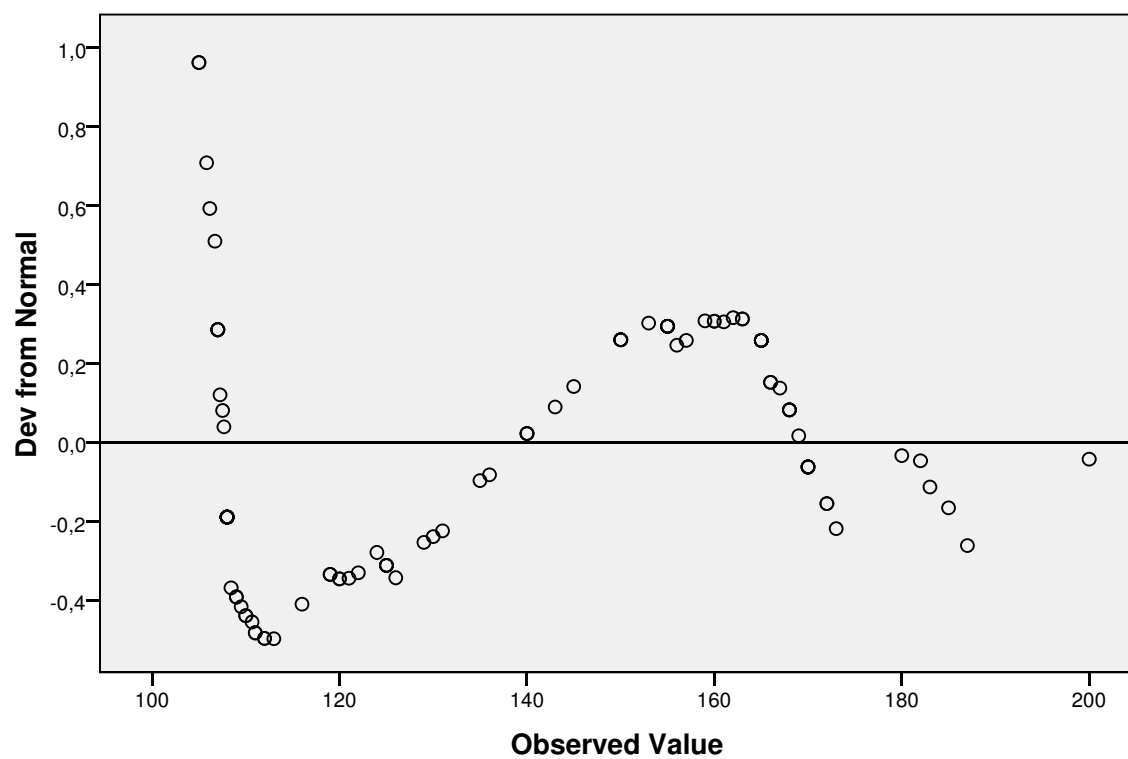


Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)

Normal Q-Q Plot of Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)

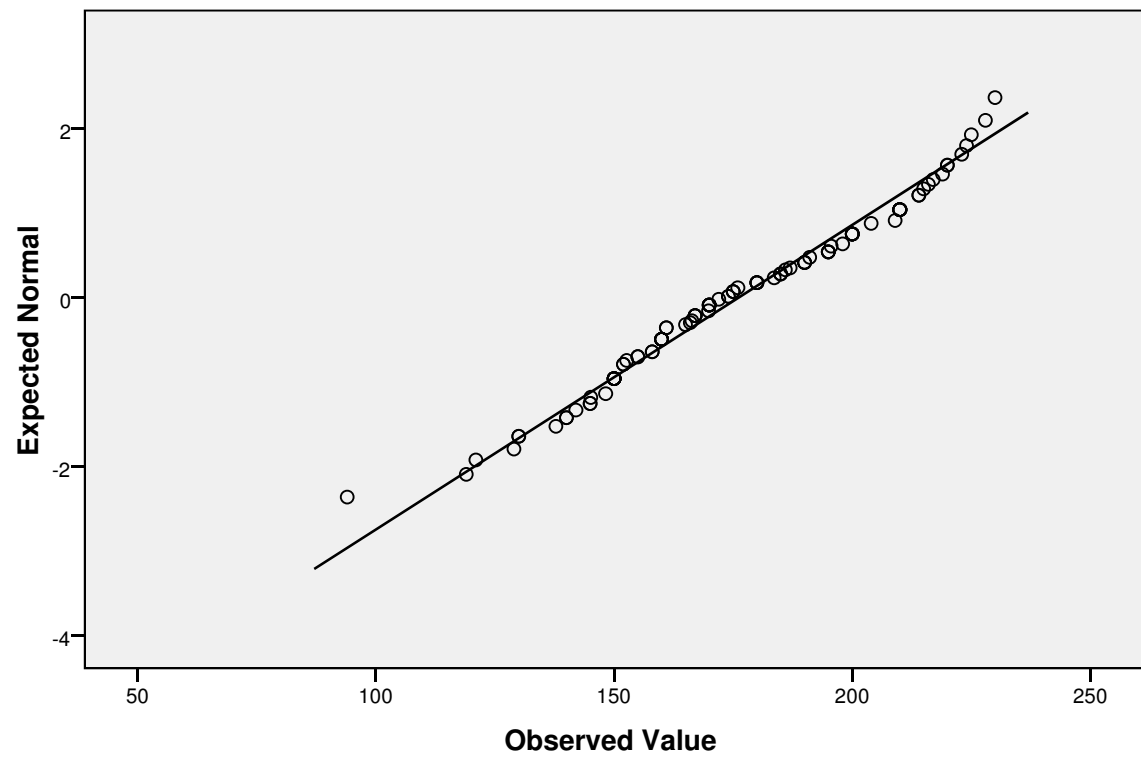


Detrended Normal Q-Q Plot of Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)

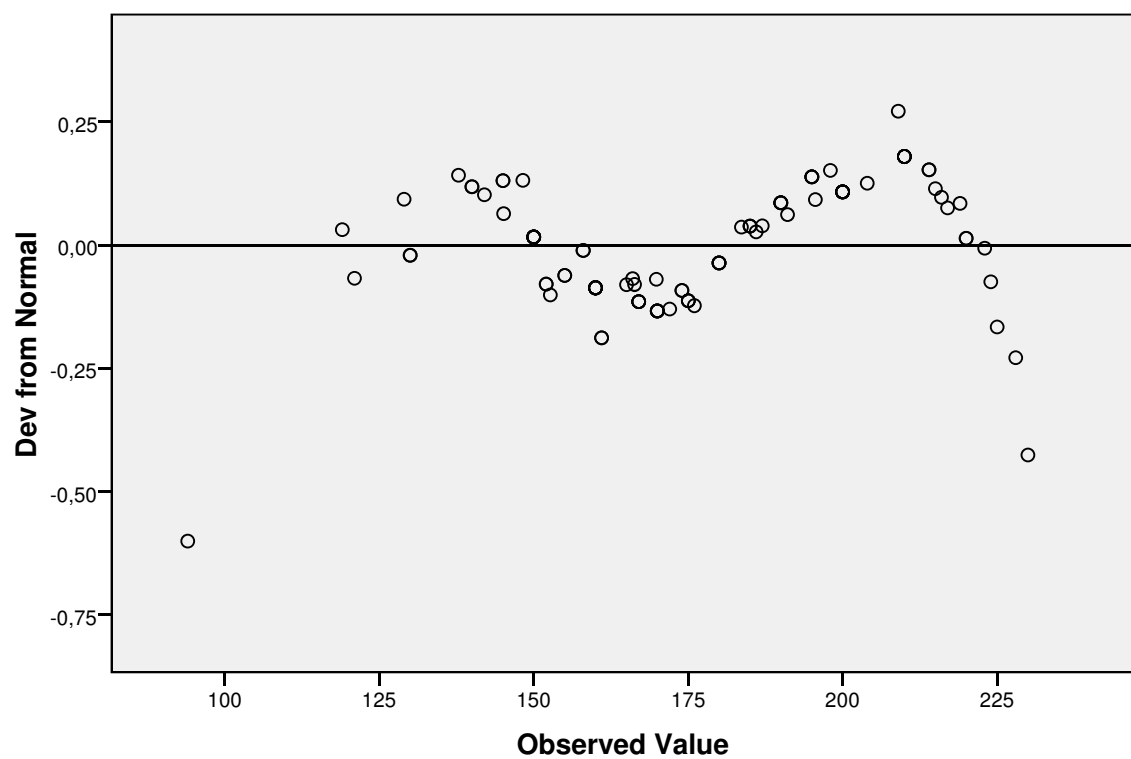


Cons. Motor Rotor Sep. (A)

Normal Q-Q Plot of Cons. Motor Rotor Sep. (A)

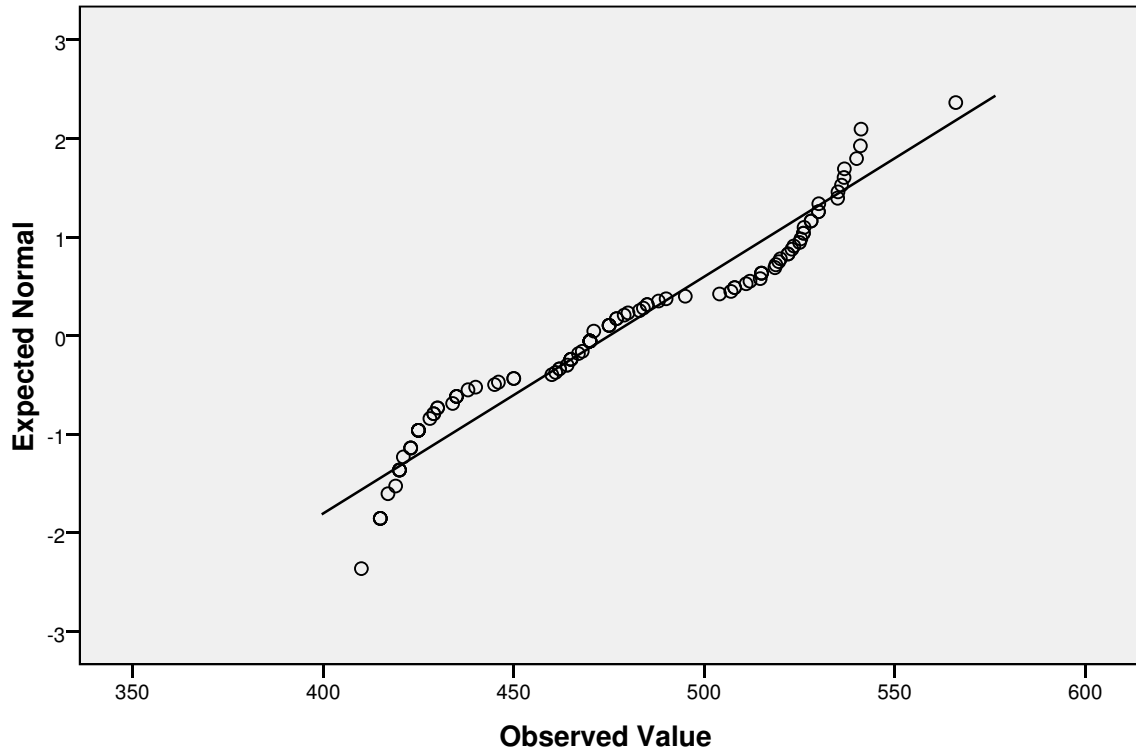


Detrended Normal Q-Q Plot of Cons. Motor Rotor Sep. (A)

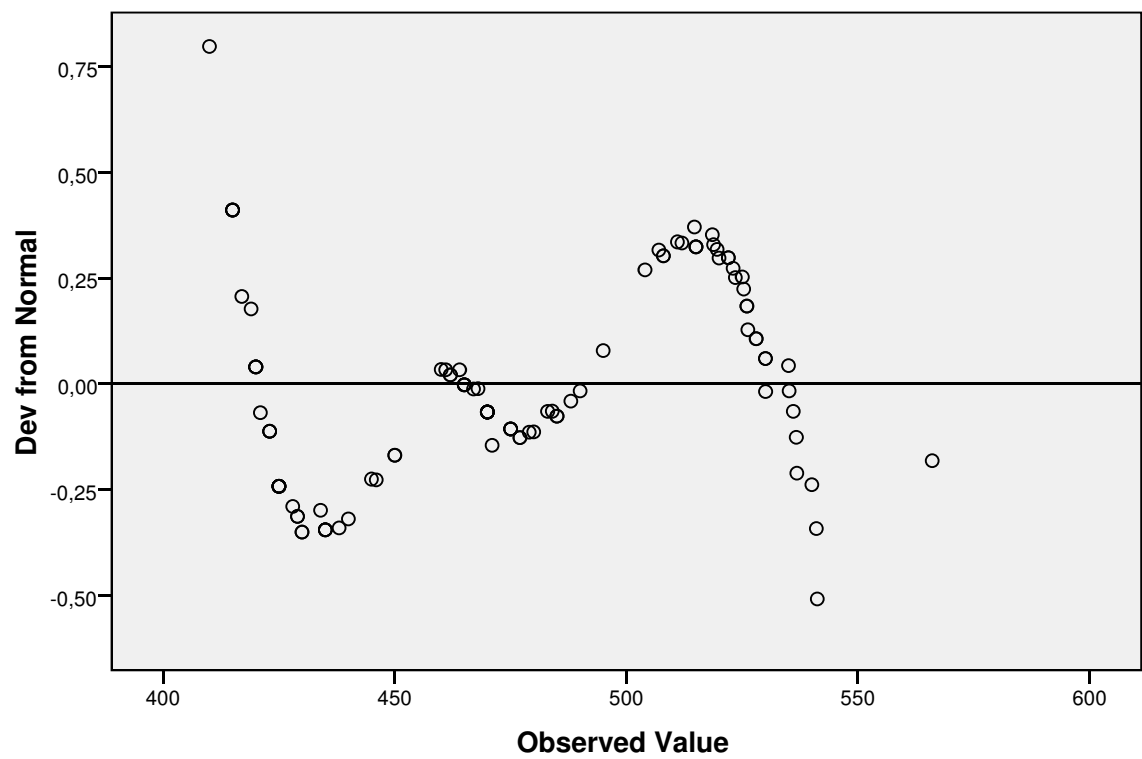


Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)

Normal Q-Q Plot of Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)

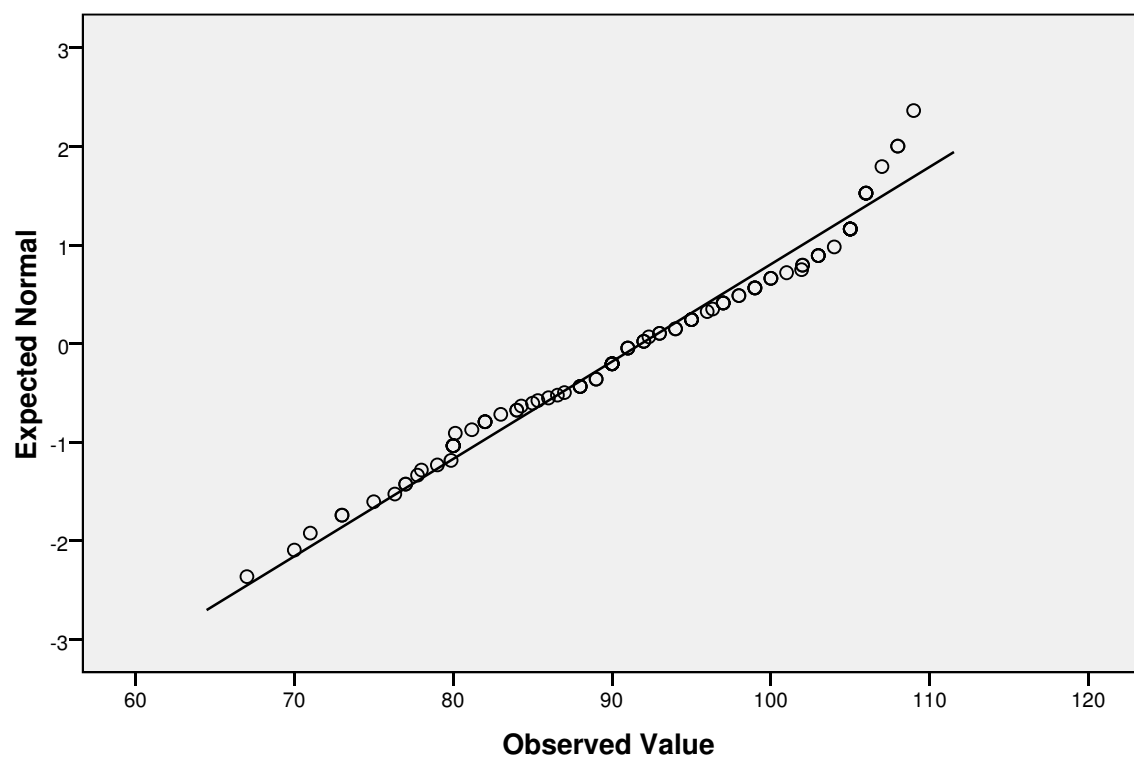


Detrended Normal Q-Q Plot of Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)

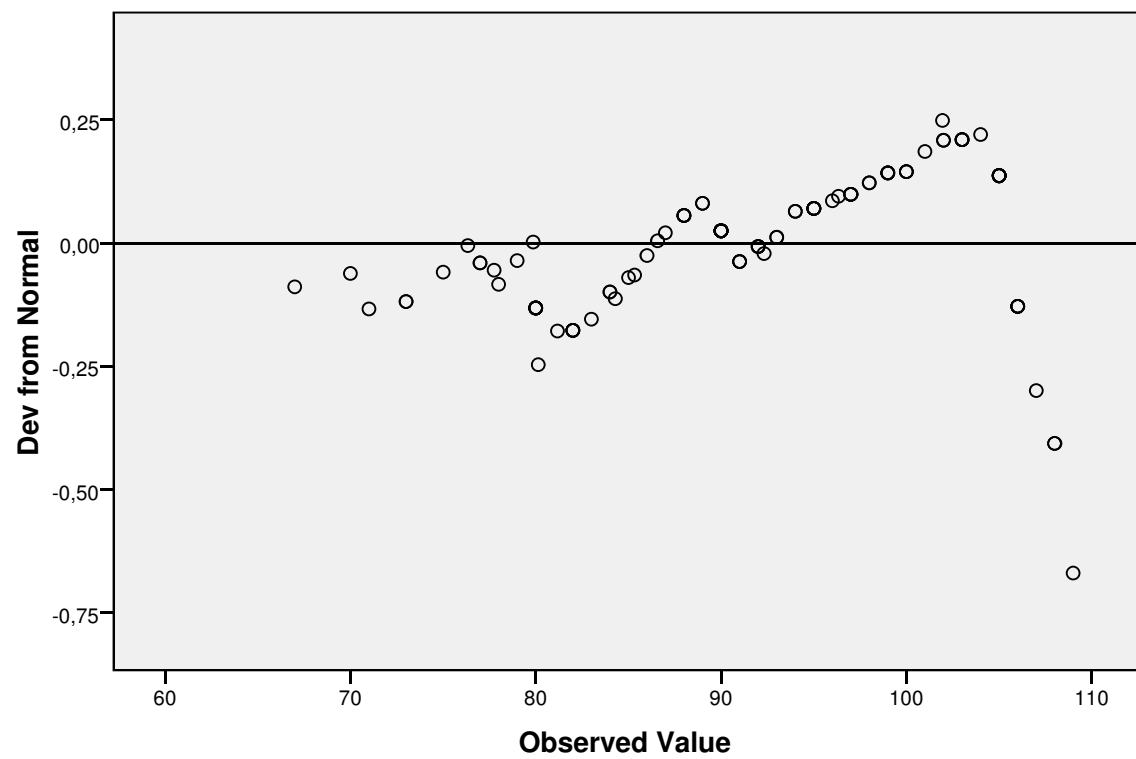


Cons. El. Saída Moinho (A)

Normal Q-Q Plot of Cons. El. Saída Moinho (A)

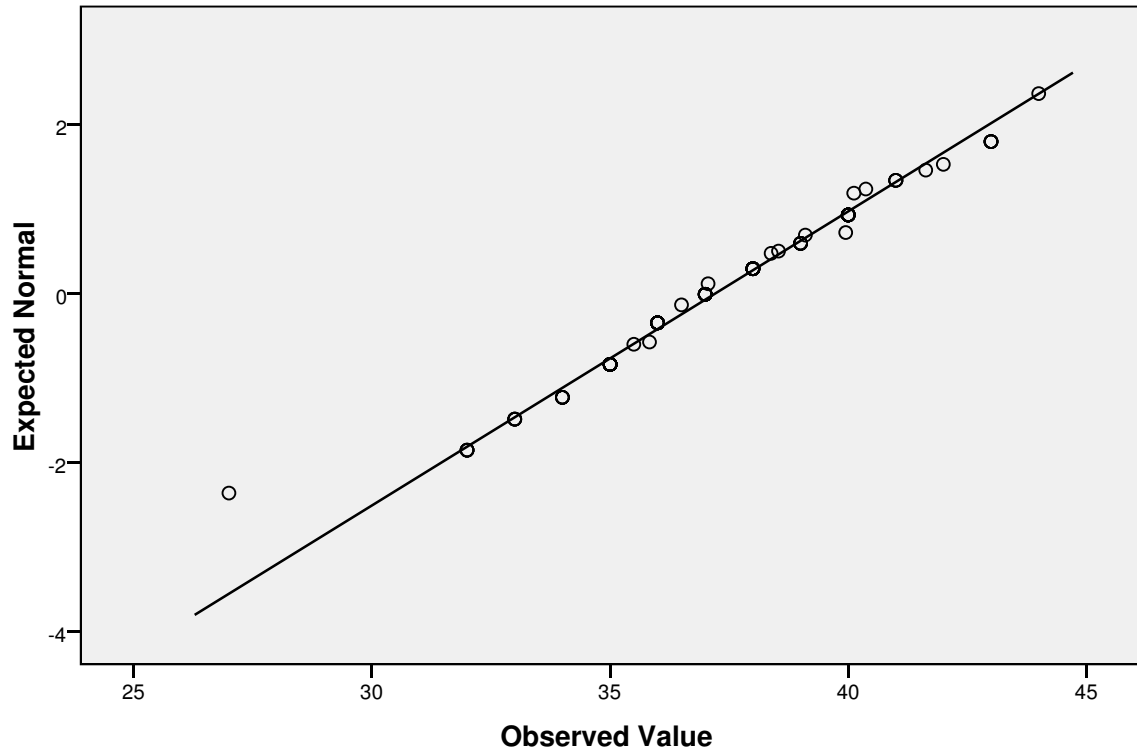


Detrended Normal Q-Q Plot of Cons. El. Saída Moinho (A)

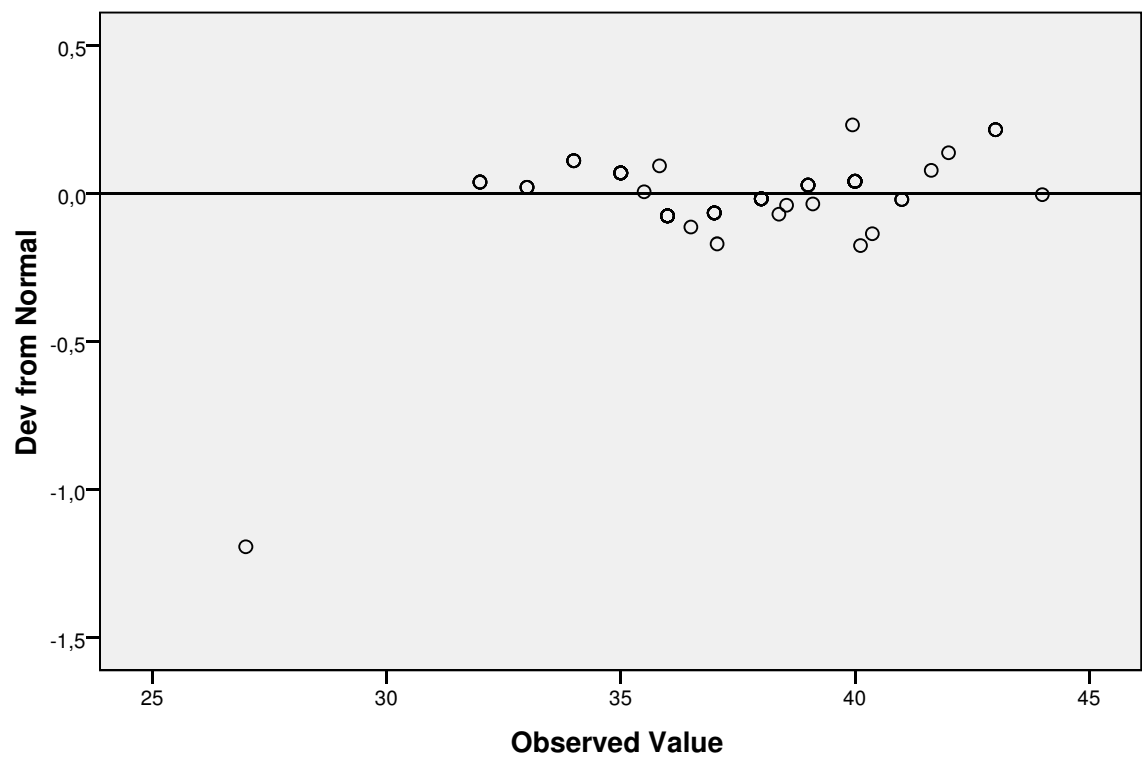


Cons. El. Prod. Acabado (A)

Normal Q-Q Plot of Cons. El. Prod. Acabado (A)

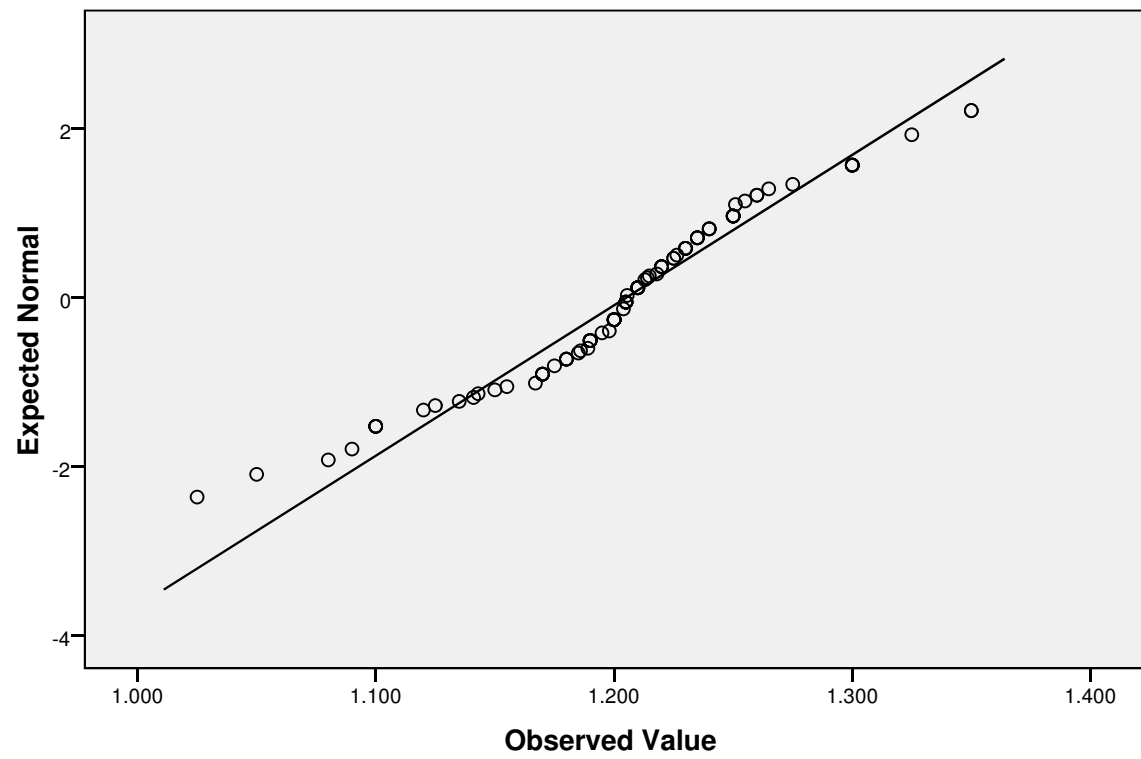


Detrended Normal Q-Q Plot of Cons. El. Prod. Acabado (A)

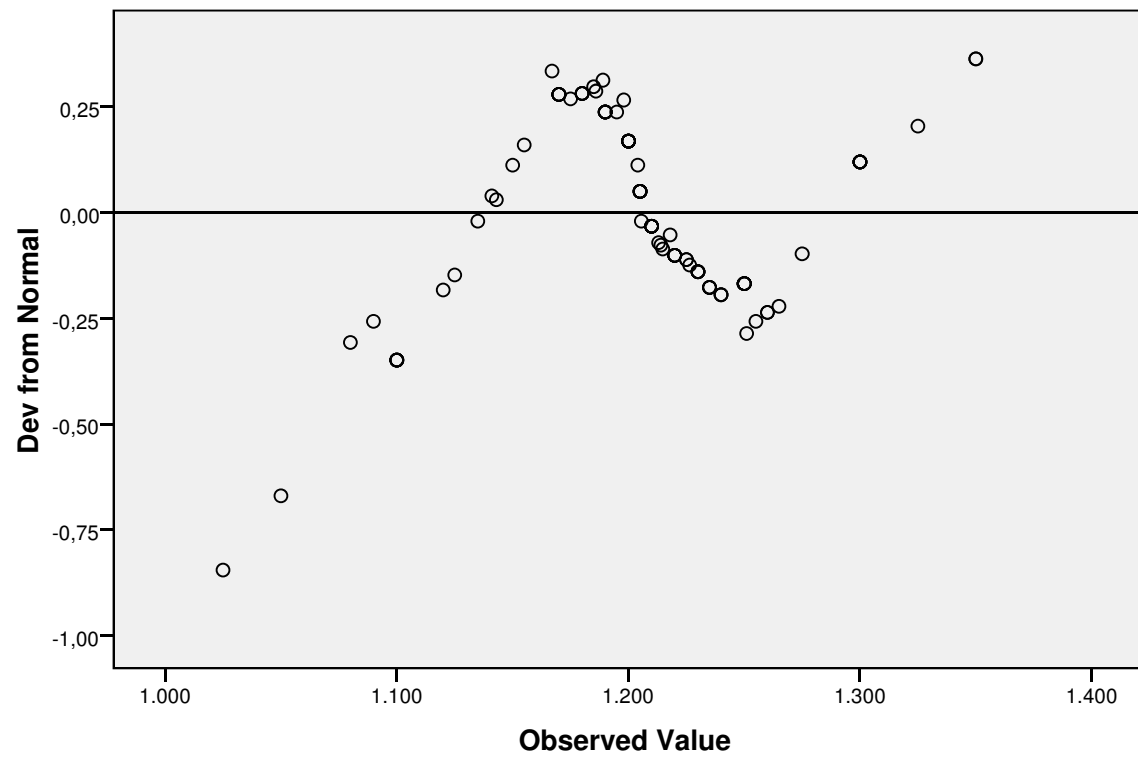


Vel. Sep. (rpm)

Normal Q-Q Plot of Vel. Sep. (rpm)

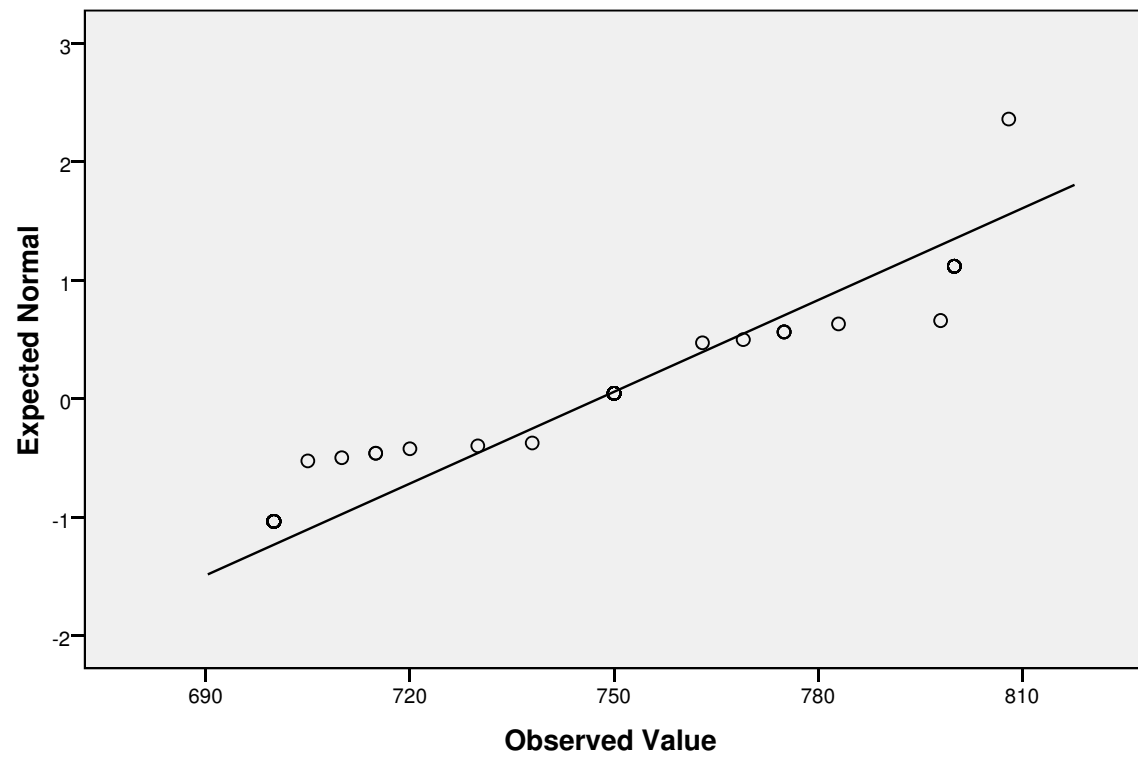


Detrended Normal Q-Q Plot of Vel. Sep. (rpm)

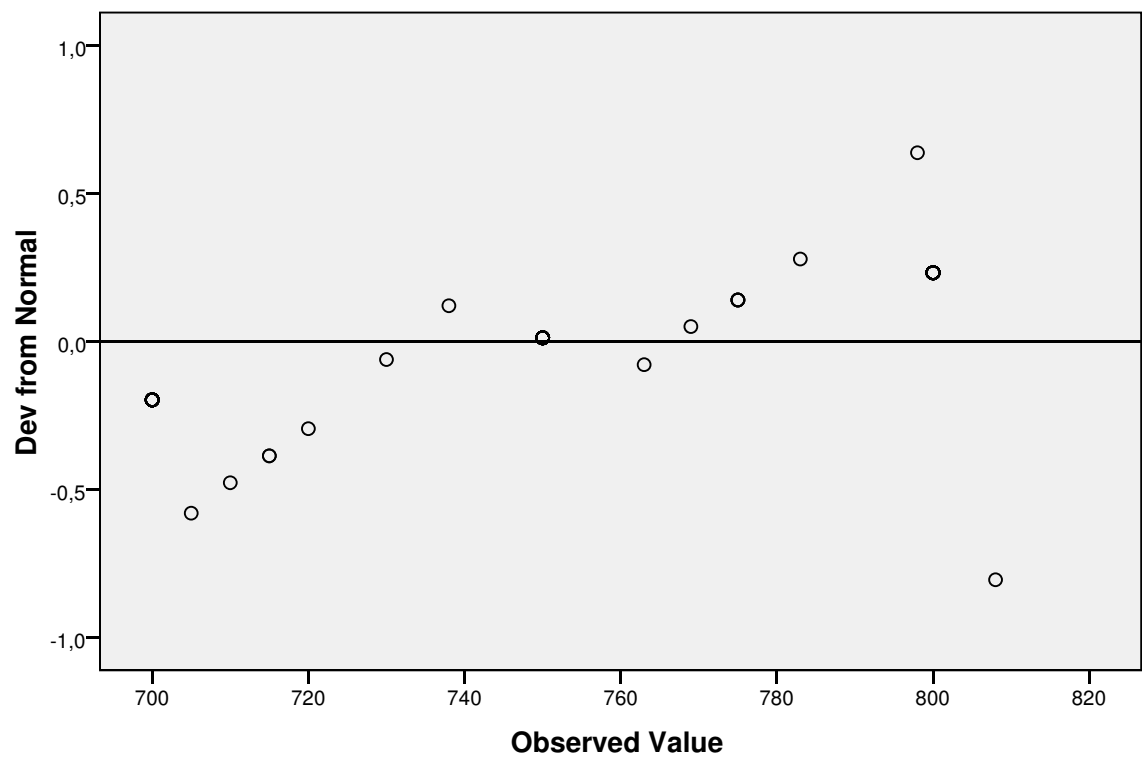


Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)

Normal Q-Q Plot of Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)

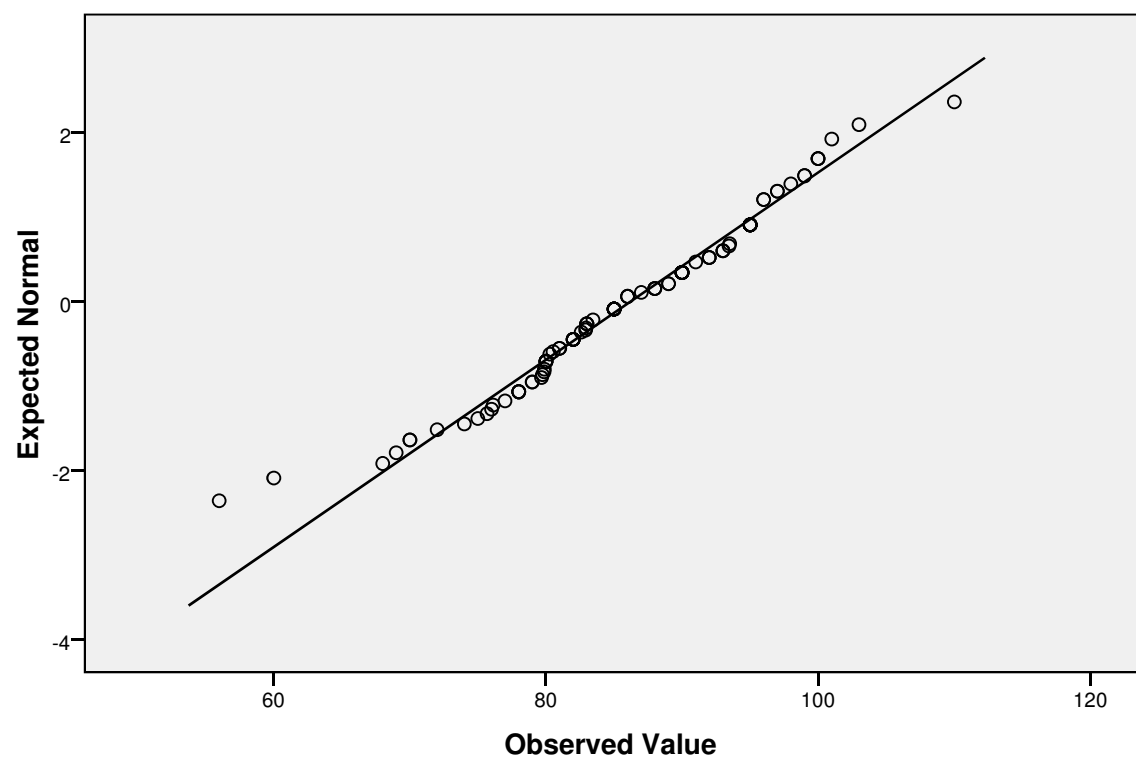


Detrended Normal Q-Q Plot of Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)

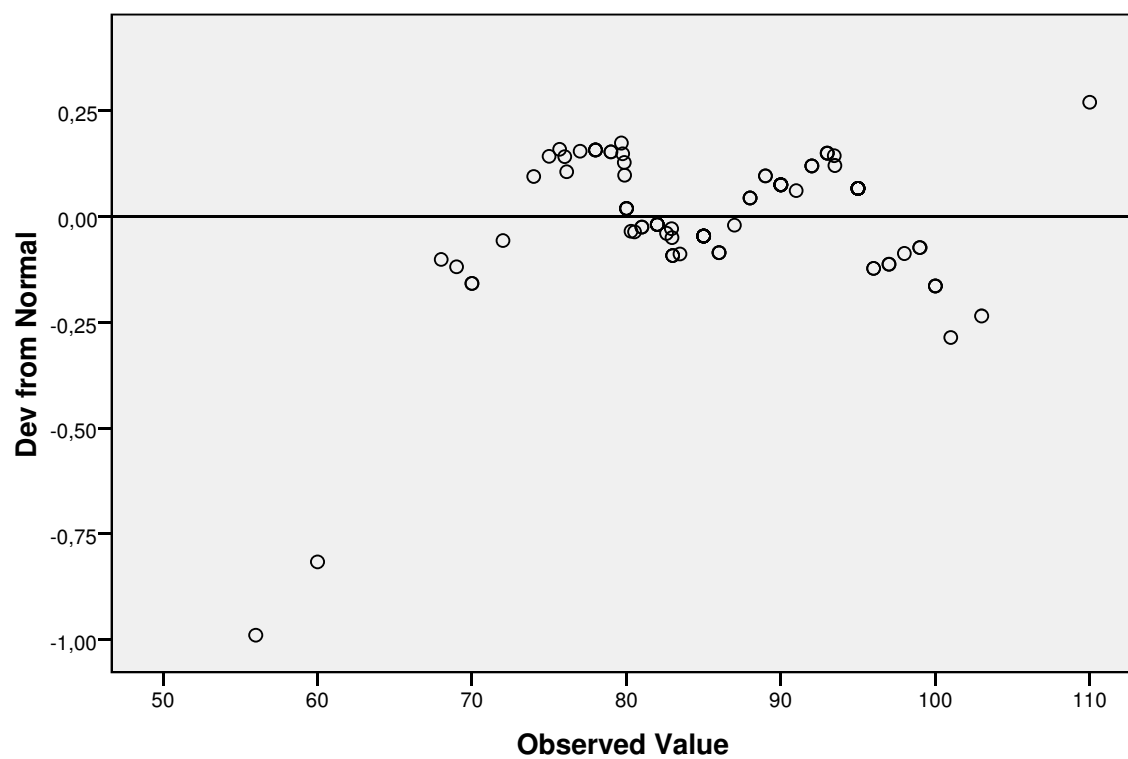


Temp. Ar Saída Moinho (°C)

Normal Q-Q Plot of Temp. Ar Saída Moinho (°C)

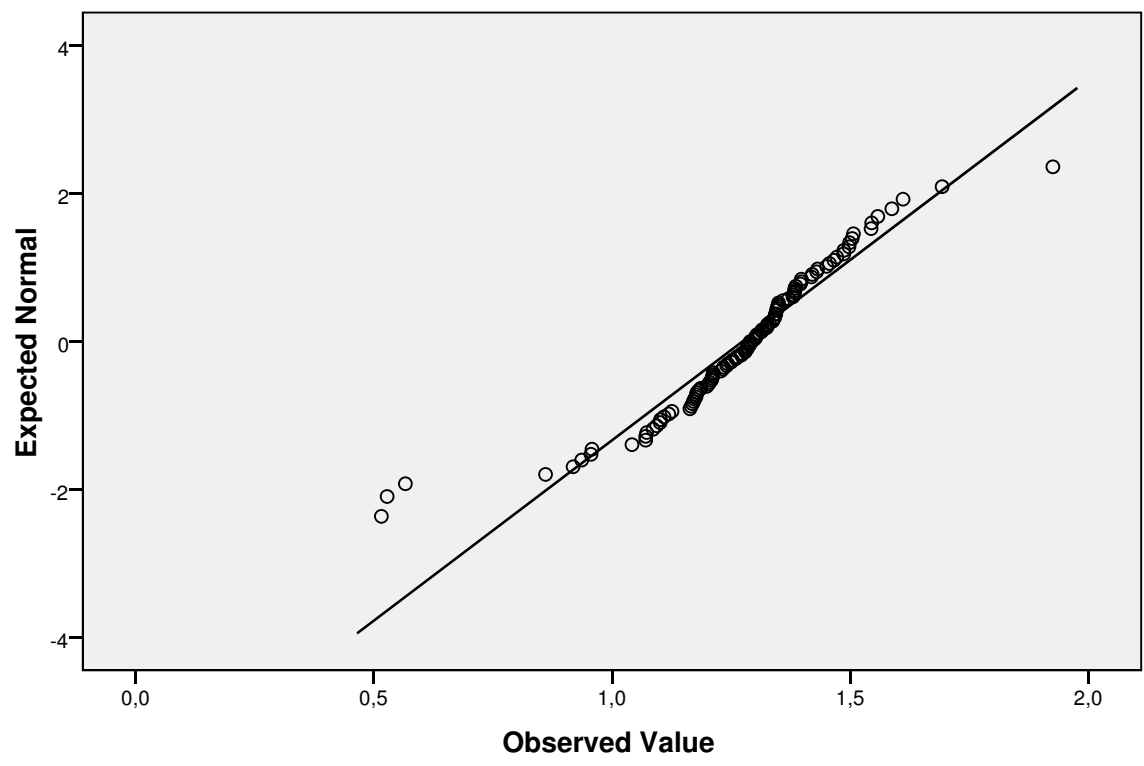


Detrended Normal Q-Q Plot of Temp. Ar Saída Moinho (°C)

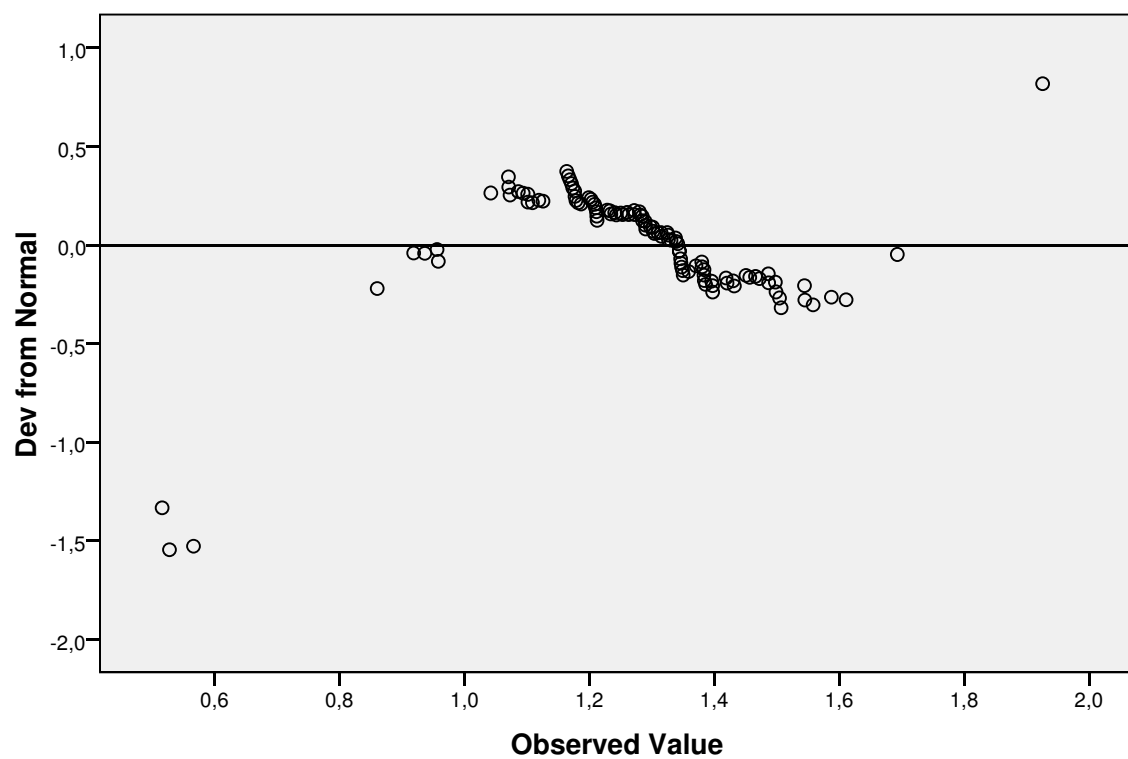


Produção média (t/m)

Normal Q-Q Plot of Produção média (t/m)

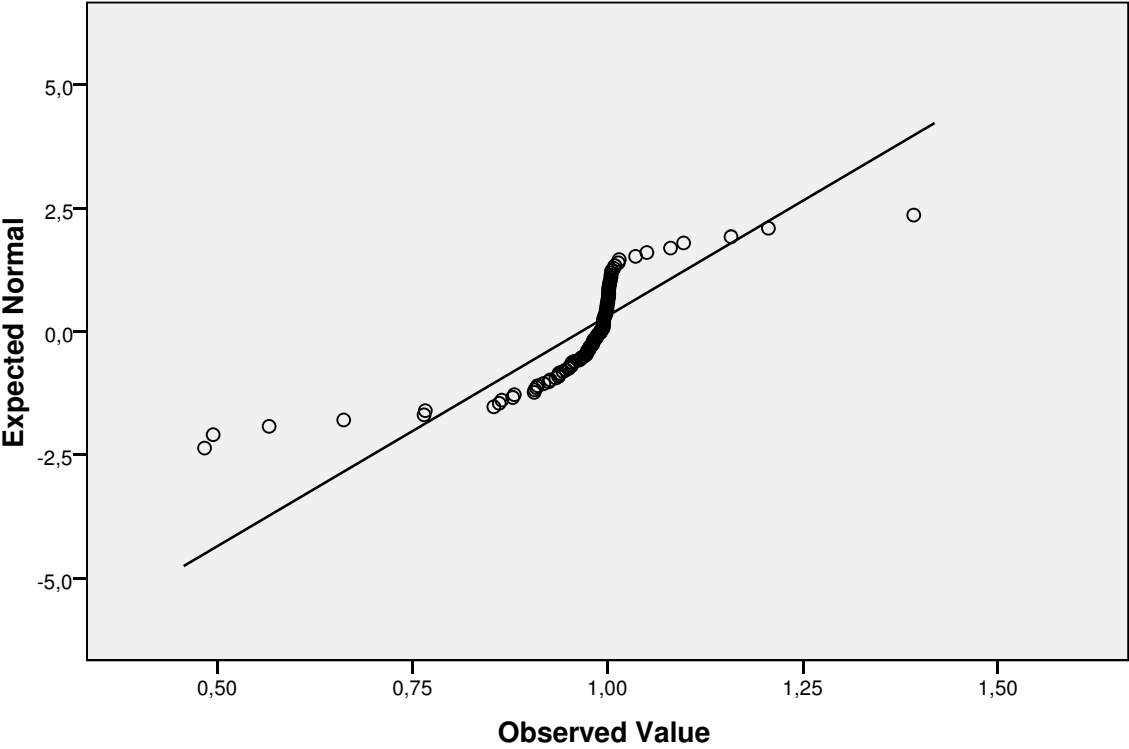


Detrended Normal Q-Q Plot of Produção média (t/m)

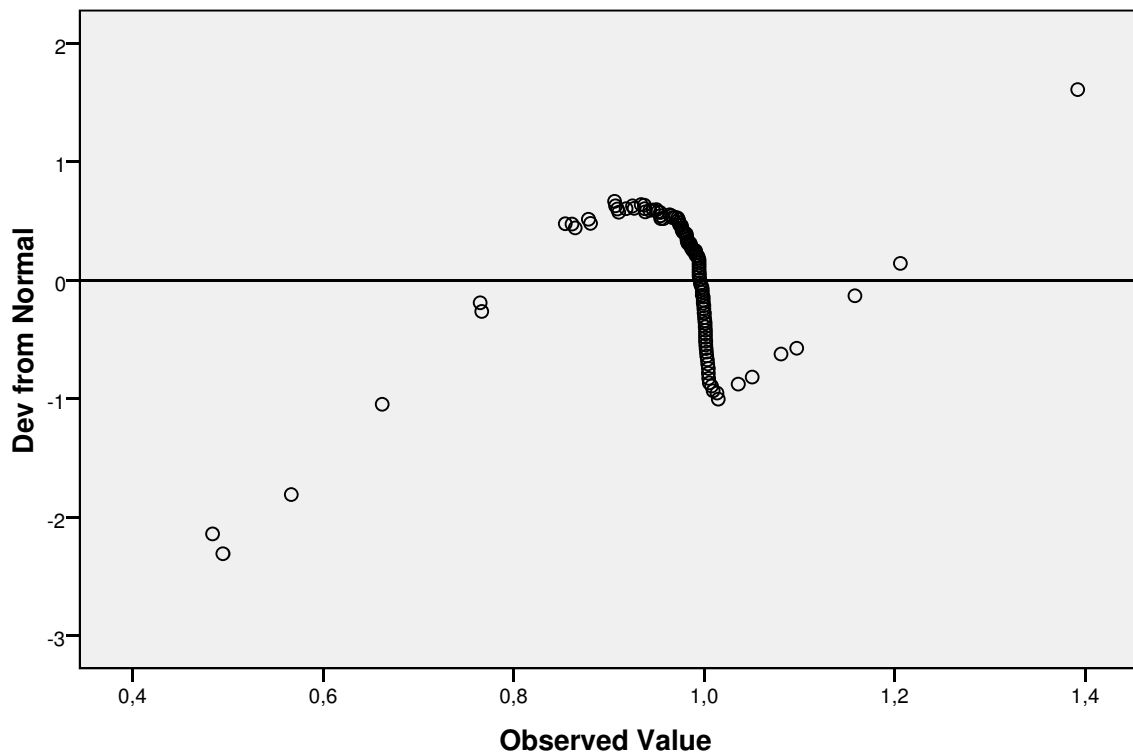


Eficiência (Produção/Alimentação)

Normal Q-Q Plot of Eficiência (Produção/Alimentação)



Detrended Normal Q-Q Plot of Eficiência (Produção/Alimentação)



```
FREQUENCIES VARIABLES=PROD DUR ALIM RET CLI GES CAL ADI GRA CCMM CCMVFM CC
MRS CCMVFS CCESM CCEPA VS VVF TEMP PRODpm EFIC
/FORMAT=NOTABLE
/PERCENTILES=5.0 95.0
/ORDER=ANALYSIS.
```

Frequencies

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A
veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados
\Dados Cimento Dias.sav

Statistics

		Produção (t)	Duração (m)	Alimentação (t/h)	Retorno (t/h)	Clinker (%)
N	Valid	109	109	109	109	109
	Missing	0	0	0	0	0
Percentiles	5	215,00	182,50	64,5000	100,5000	,6100000
	95	2026,50	1440,00	94,0000	300,0000	,6976074

Statistics

		Gesso (%)	Calcário (%)	Aditivo (g/t)	Grandes (%)	Cons. Motor Moinho (A)
N	Valid	109	109	105	108	109
	Missing	0	0	4	1	0
Percentiles	5	,0495098	,2453576	800,00	,013450	322,50
	95	,0904265	,3000000	1636,40	,040000	345,00

Statistics

		Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	Cons. Motor Rotor Sep. (A)	Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	Cons. El. Saída Moinho (A)
N	Valid	109	109	109	109
	Missing	0	0	0	0
Percentiles	5	106,85	130,00	416,00	74,00
	95	181,00	221,50	536,73	106,00

Statistics

		Cons. El. Prod. Acabado (A)	Vel. Sep. (rpm)	Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	Temp. Ar Saída Moinho (°C)
N	Valid	109	109	109	108
	Missing	0	0	0	1
Percentiles	5	32,50	1100,00	700,00	70,00
	95	43,00	1300,00	800,00	100,00

Statistics

		Produção média (t/m)	Eficiência (Produção/Alimentação)
N	Valid	109	109
	Missing	0	0
Percentiles	5	,927467	,765656
	95	1,551487	1,065453

* Curve Estimation.

TSET NEWVAR=NONE.

CURVEFIT

/VARIABLES=PROD WITH DUR

/CONSTANT

/MODEL=LINEAR

/PRINT ANOVA

/PLOT FIT.

Curve Fit

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados \Dados Cimento Dias.sav

Model Description

Model Name	MOD_1
Dependent Variable	1 Produção (t)
Equation	1 Linear
Independent Variable	Duração (m)
Constant	Included
Variable Whose Values Label Observations in Plots	Unspecified

Case Processing Summary

	N
Total Cases	109
Excluded Cases ^a	0
Forecasted Cases	0
Newly Created Cases	0

a. Cases with a missing value in any variable are excluded from the analysis.

Variable Processing Summary

		Variables	
		Dependent	Independent
		Produção (t)	Duração (m)
Number of Missing Values	Number of Positive Values	109	109
	Number of Zeros	0	0
	Number of Negative Values	0	0
	User-Missing	0	0
	System-Missing	0	0

Produção (t)

Linear

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
,959	,920	,919	183,624

The independent variable is Duração (m).

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	4,141E7	1	4,141E7	1228,082	,000
Residual	3607787,490	107	33717,640		

The independent variable is Duração (m).

ANOVA

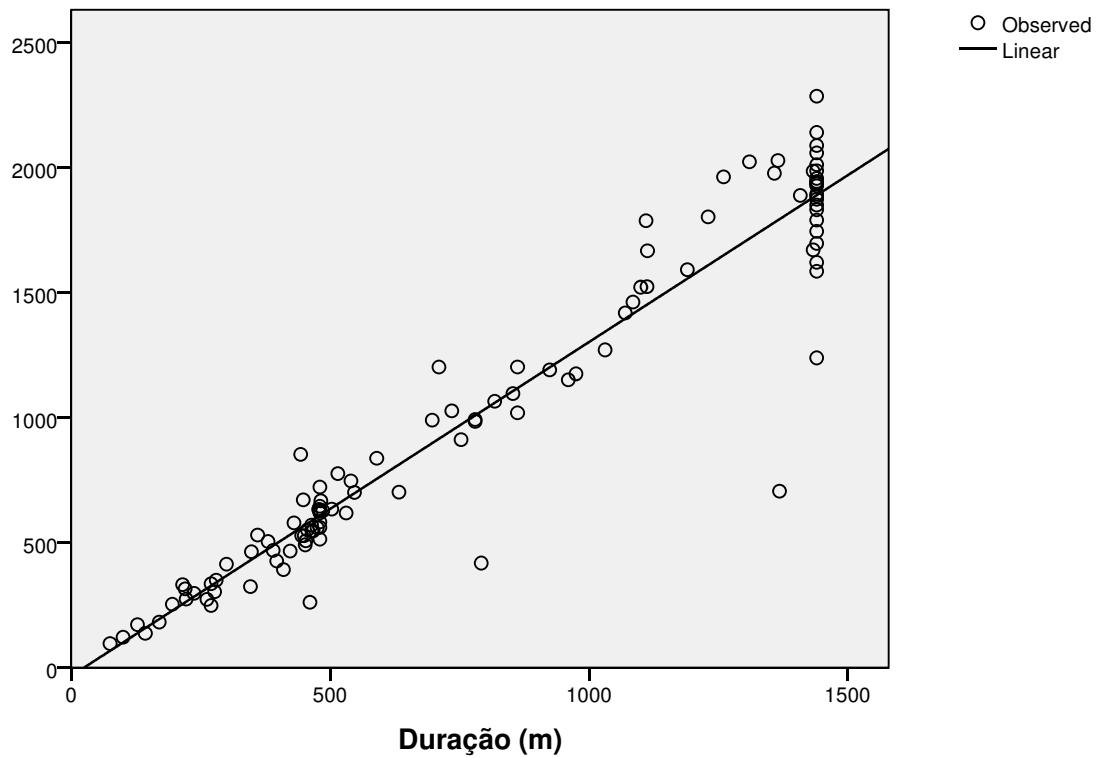
	Sum of Squares	df
Total	4,502E7	108

The independent variable is
Duração (m).

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
Duração (m)	1,336	,038	,959	35,044	,000
(Constant)	-33,226	35,159		-,945	,347

Produção (t)



* Curve Estimation.

TSET NEWVAR=NONE.

CURVEFIT

/VARIABLES=PRODpm WITH PROD

/CONSTANT

/MODEL=LINEAR

/PRINT ANOVA

/PLOT FIT.

Curve Fit

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A
veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados
\Dados Cimento Dias.sav

Model Description

	Model Name	MOD_2
Dependent Variable	1	Produção média (t/m)
Equation	1	Linear
	Independent Variable	Produção (t)
	Constant	Included
	Variable Whose Values Label Observations in Plots	Unspecified

Case Processing Summary

	N
Total Cases	109
Excluded Cases ^a	0
Forecasted Cases	0
Newly Created Cases	0

a. Cases with a missing
value in any variable are
excluded from the analysis.

Variable Processing Summary

		Variables	
		Dependent	Independent
		Produção média (t/m)	Produção (t)
	Number of Positive Values	109	109
	Number of Zeros	0	0
	Number of Negative Values	0	0
	Number of Missing Values		
	User-Missing	0	0
	System-Missing	0	0

Produção média (t/m)

Linear

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
,409	,168	,160	,188

The independent variable is Produção (t).

ANOVA

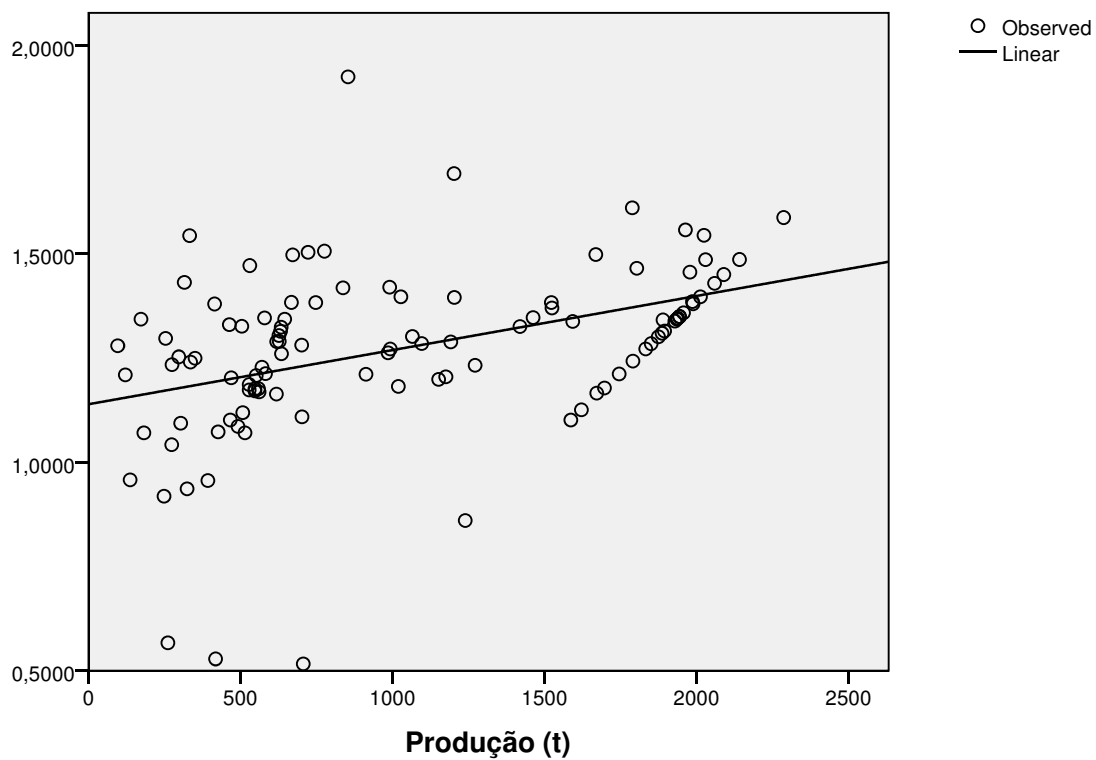
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	,761	1	,761	21,530	,000
Residual	3,781	107	,035		
Total	4,542	108			

The independent variable is Produção (t).

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
Produção (t)	,000	,000	,409	4,640	,000
(Constant)	1,139	,034		33,411	,000

Produção média (t/m)



* Curve Estimation.

TSET NEWVAR=NONE.

CURVEFIT

/VARIABLES=PRODpm WITH DUR

/CONSTANT

/MODEL=LINEAR

/PRINT ANOVA

/PLOT FIT.

Curve Fit

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A
veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados
\Dados Cimento Dias.sav

Model Description

	Model Name	MOD_3
Dependent Variable	1	Produção média (t/m)
Equation	1	Linear
	Independent Variable	Duração (m)
	Constant	Included
	Variable Whose Values Label Observations in Plots	Unspecified

Case Processing Summary

	N
Total Cases	109
Excluded Cases ^a	0
Forecasted Cases	0
Newly Created Cases	0

a. Cases with a missing
value in any variable are
excluded from the analysis.

Variable Processing Summary

		Variables	
		Dependent	Independent
		Produção média (t/m)	Duração (m)
	Number of Positive Values	109	109
	Number of Zeros	0	0
	Number of Negative Values	0	0
Number of Missing Values	User-Missing	0	0
	System-Missing	0	0

Produção média (t/m)

Linear

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
,172	,030	,020	,203

The independent variable is Duração (m).

ANOVA

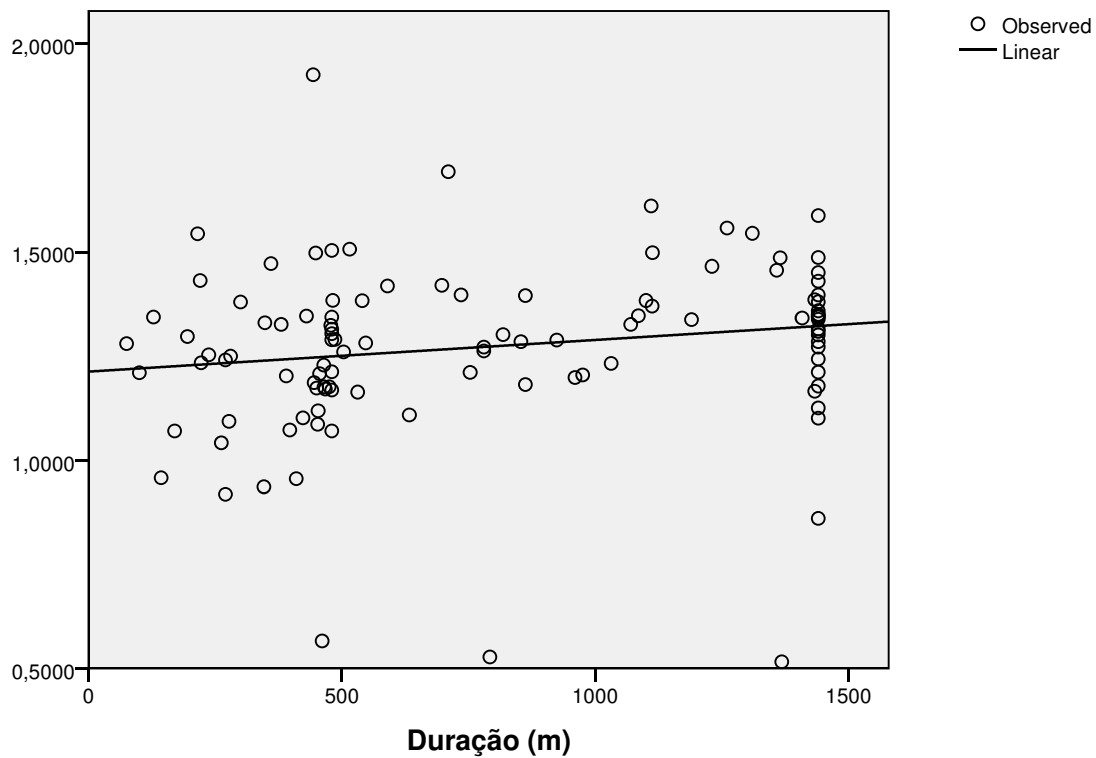
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	,134	1	,134	3,255	,074
Residual	4,408	107	,041		
Total	4,542	108			

The independent variable is Duração (m).

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
Duração (m)	7,600E-5	,000	,172	1,804	,074
(Constant)	1,213	,039		31,213	,000

Produção média (t/m)



```

/METHOD=SSTYPE(3)
/INTERCEPT=INCLUDE
/POSTHOC=DUR_CLA(SCHEFFE)
/CRITERIA=ALPHA(.05)
/DESIGN=DUR_CLA.

```

Univariate Analysis of Variance

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados \Dados Cimento Dias.sav

Between-Subjects Factors

	N
Duração por classes 0-8h	46
16-24h	41
8-16h	22

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Produção média (t/m)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,213 ^a	2	,107	2,608	,078
Intercept	160,301	1	160,301	3925,192	,000
DUR_CLA	,213	2	,107	2,608	,078
Error	4,329	106	,041		
Total	181,378	109			
Corrected Total	4,542	108			

a. R Squared = ,047 (Adjusted R Squared = ,029)

Post Hoc Tests

Duração por classes

Multiple Comparisons

Produção média (t/m)
Scheffe

		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
(I) Duração por classes	(J) Duração por classes			
0-8h	16-24h	-,098531	,0434037	,081
	8-16h	-,058534	,0523844	,538
16-24h	0-8h	,098531	,0434037	,081
	8-16h	,039997	,0534078	,756

Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = ,041.

Multiple Comparisons

Produção média (t/m)
Scheffe

		95% Confidence Interval	
(I) Duração por classes	(J) Duração por classes	Lower Bound	Upper Bound
0-8h	16-24h	-,206291	,009229
	8-16h	-,188591	,071523
16-24h	0-8h	-,009229	,206291
	8-16h	-,092601	,172595

Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = ,041.

Multiple Comparisons

Produção média (t/m)
Scheffe

		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
(I) Duração por classes	(J) Duração por classes			
8-16h	0-8h	,058534	,0523844	,538
	16-24h	-,039997	,0534078	,756

Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = ,041.

Multiple Comparisons

Produção média (t/m)
Scheffe

		95% Confidence Interval	
(I) Duração por classes	(J) Duração por classes	Lower Bound	Upper Bound
8-16h	0-8h	-,071523	,188591
	16-24h	-,172595	,092601

Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = ,041.

Homogeneous Subsets

Produção média (t/m)

Scheffe^{a,,b,,c}

		Subset
Duração por classes	N	1
0-8h	46	1,224837
8-16h	22	1,283371
16-24h	41	1,323368
Sig.		,148

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = ,041.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 32,757.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

* Curve Estimation.

TSET NEWVAR=NONE.

CURVEFIT

/VARIABLES=PRODpm WITH ALIM

/CONSTANT

/MODEL=LINEAR

/PRINT ANOVA

/PLOT FIT.

Curve Fit

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.Aveiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados\Dados Cimento Dias.sav

Model Description

	Model Name	MOD_4
Dependent Variable	1	Produção média (t/m)
Equation	1	Linear
	Independent Variable	Alimentação (t/h)
	Constant	Included
	Variable Whose Values Label Observations in Plots	Unspecified

Case Processing Summary

	N
Total Cases	109
Excluded Cases ^a	0
Forecasted Cases	0
Newly Created Cases	0

a. Cases with a missing value in any variable are excluded from the analysis.

Variable Processing Summary

		Variables	
		Dependent	Independent
		Produção média (t/m)	Alimentação (t/h)
	Number of Positive Values	109	109
	Number of Zeros	0	0
	Number of Negative Values	0	0
	User-Missing	0	0
	System-Missing	0	0

Produção média (t/m)**Linear****Model Summary**

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
,803	,646	,642	,123

The independent variable is Alimentação (t/h).

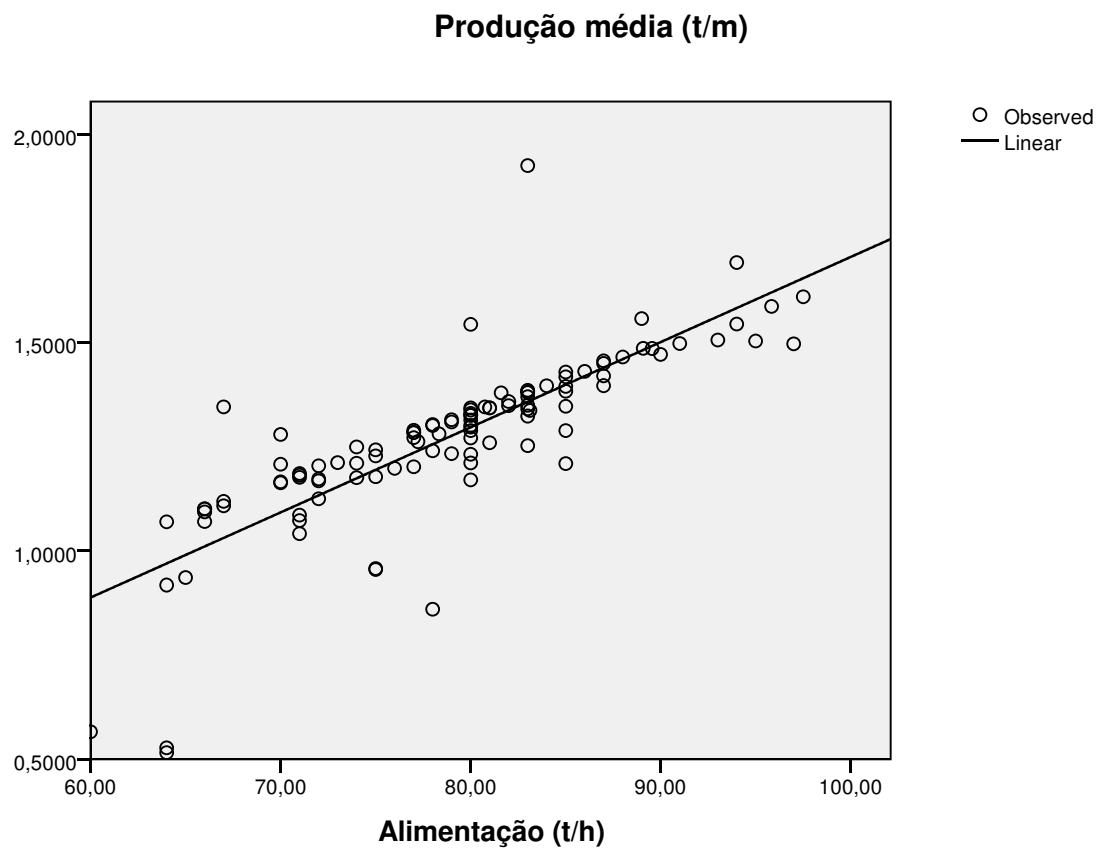
ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	2,932	1	2,932	194,918	,000
Residual	1,610	107	,015		
Total	4,542	108			

The independent variable is Alimentação (t/h).

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
Alimentação (t/h)	,020	,001	,803	13,961	,000
(Constant)	-,338	,116		-2,913	,004



```
* Curve Estimation.
TSET NEWVAR=NONE.
CURVEFIT
  /VARIABLES=PRODpm WITH RET
  /CONSTANT
  /MODEL=LINEAR
  /PRINT ANOVA
  /PLOT FIT.
```

Curve Fit

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A
veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados
\Dados Cimento Dias.sav

Model Description		
	Model Name	MOD_5
Dependent Variable	1	Produção média (t/m)
Equation	1	Linear

Model Description

Independent Variable	Retorno (t/h)
Constant	Included
Variable Whose Values Label Observations in Plots	Unspecified

Case Processing Summary

	N
Total Cases	109
Excluded Cases ^a	0
Forecasted Cases	0
Newly Created Cases	0

a. Cases with a missing value in any variable are excluded from the analysis.

Variable Processing Summary

		Variables	
		Dependent	Independent
		Produção média (t/m)	Retorno (t/h)
Number of Positive Values	Number of Positive Values	109	109
	Number of Zeros	0	0
	Number of Negative Values	0	0
	User-Missing	0	0
	System-Missing	0	0

Produção média (t/m)

Linear

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
,448	,201	,194	,184

The independent variable is Retorno (t/h).

ANOVA

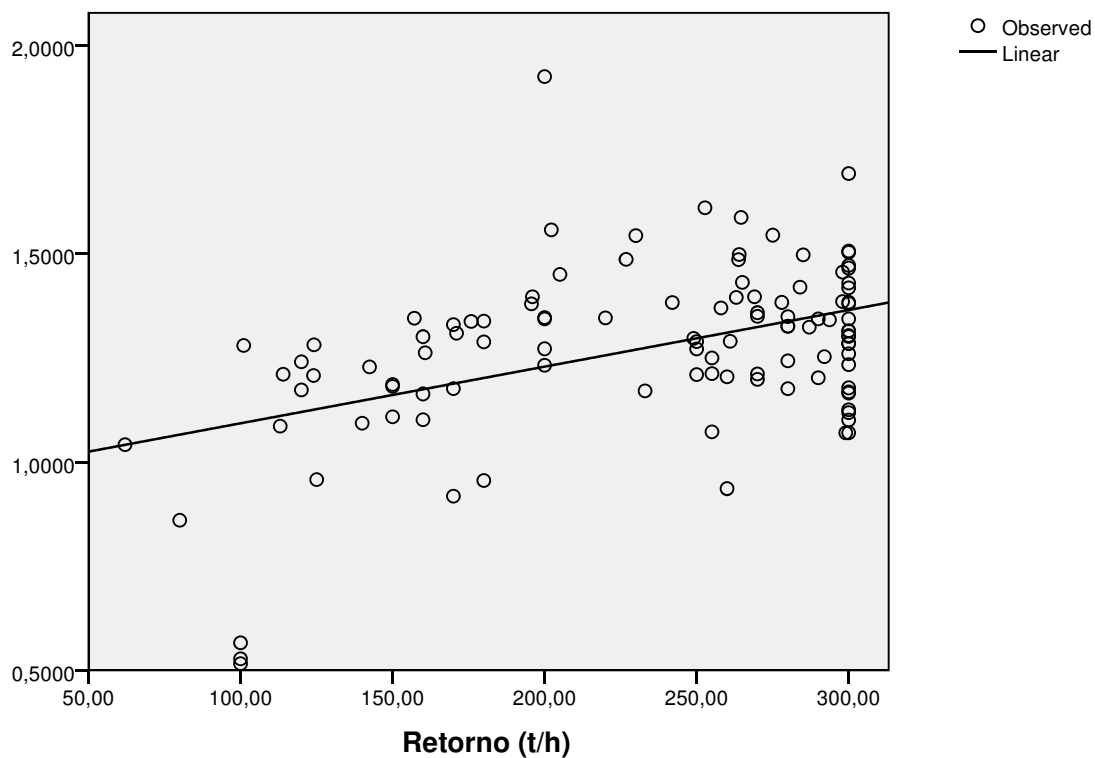
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	,914	1	,914	26,938	,000
Residual	3,628	107	,034		
Total	4,542	108			

The independent variable is Retorno (t/h).

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
Retorno (t/h)	,001	,000	,448	5,190	,000
(Constant)	,957	,063		15,089	,000

Produção média (t/m)



* Curve Estimation.

TSET NEWVAR=NONE.

CURVEFIT

/VARIABLES=PRODpm WITH ADI

/CONSTANT

/MODEL=LINEAR

/PRINT ANOVA

/PLOT FIT.

Curve Fit

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A
veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados
\Dados Cimento Dias.sav

Model Description

	Model Name	MOD_6
Dependent Variable	1	Produção média (t/m)
Equation	1	Linear
	Independent Variable	Aditivo (g/t)
	Constant	Included
	Variable Whose Values Label Observations in Plots	Unspecified

Case Processing Summary

	N
Total Cases	109
Excluded Cases ^a	4
Forecasted Cases	0
Newly Created Cases	0

a. Cases with a missing value in any variable are excluded from the analysis.

Variable Processing Summary

		Variables	
		Dependent	Independent
		Produção média (t/m)	Aditivo (g/t)
	Number of Positive Values	109	105
	Number of Zeros	0	0
	Number of Negative Values	0	0
	Number of Missing Values		
	User-Missing	0	0
	System-Missing	0	4

Produção média (t/m)

Linear

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
,287	,082	,073	,196

The independent variable is Aditivo (g/t).

ANOVA

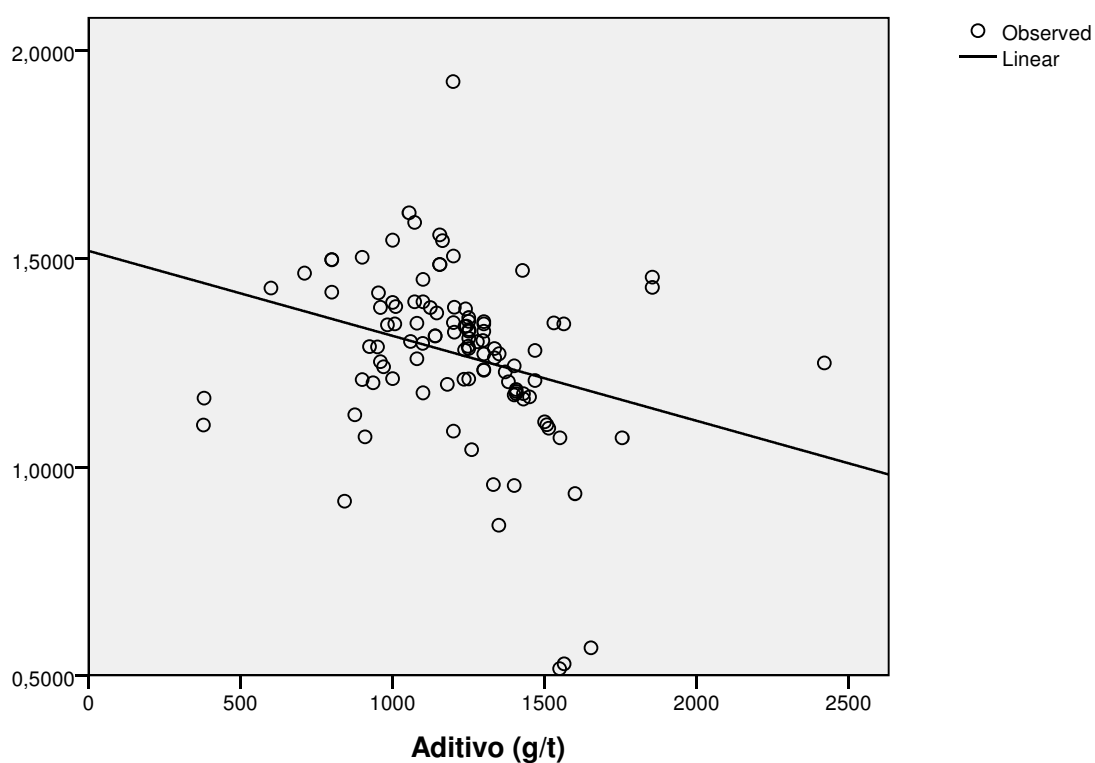
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	,355	1	,355	9,227	,003
Residual	3,965	103	,038		
Total	4,320	104			

The independent variable is Aditivo (g/t).

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
Aditivo (g/t)	,000	,000	-,287	-3,038	,003
(Constant)	1,519	,084		18,111	,000

Produção média (t/m)



* Curve Estimation.

TSET NEWVAR=NONE.

CURVEFIT

/VARIABLES=EFIC WITH PROD

/CONSTANT

/MODEL=LINEAR

/PRINT ANOVA

/PLOT FIT.

Curve Fit

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A
veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados
\Dados Cimento Dias.sav

Model Description

Model Name	MOD_7
Dependent Variable	1 Eficiência (Produção/Alimentação)
Equation	1 Linear
Independent Variable	Produção (t)
Constant	Included
Variable Whose Values Label Observations in Plots	Unspecified

Case Processing Summary

	N
Total Cases	109
Excluded Cases ^a	0
Forecasted Cases	0
Newly Created Cases	0

a. Cases with a missing value in any variable are excluded from the analysis.

Variable Processing Summary

		Variables	
		Dependent	Independent
		Eficiência (Produção/Alimentação)	Produção (t)
Number of Positive Values	Number of Positive Values	109	109
	Number of Zeros	0	0
	Number of Negative Values	0	0
	User-Missing	0	0
	System-Missing	0	0

Eficiência (Produção/Alimentação)

Linear

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
,197	,039	,030	,106

The independent variable is Produção (t).

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	,048	1	,048	4,329	,040
Residual	1,191	107	,011		

The independent variable is Produção (t).

ANOVA

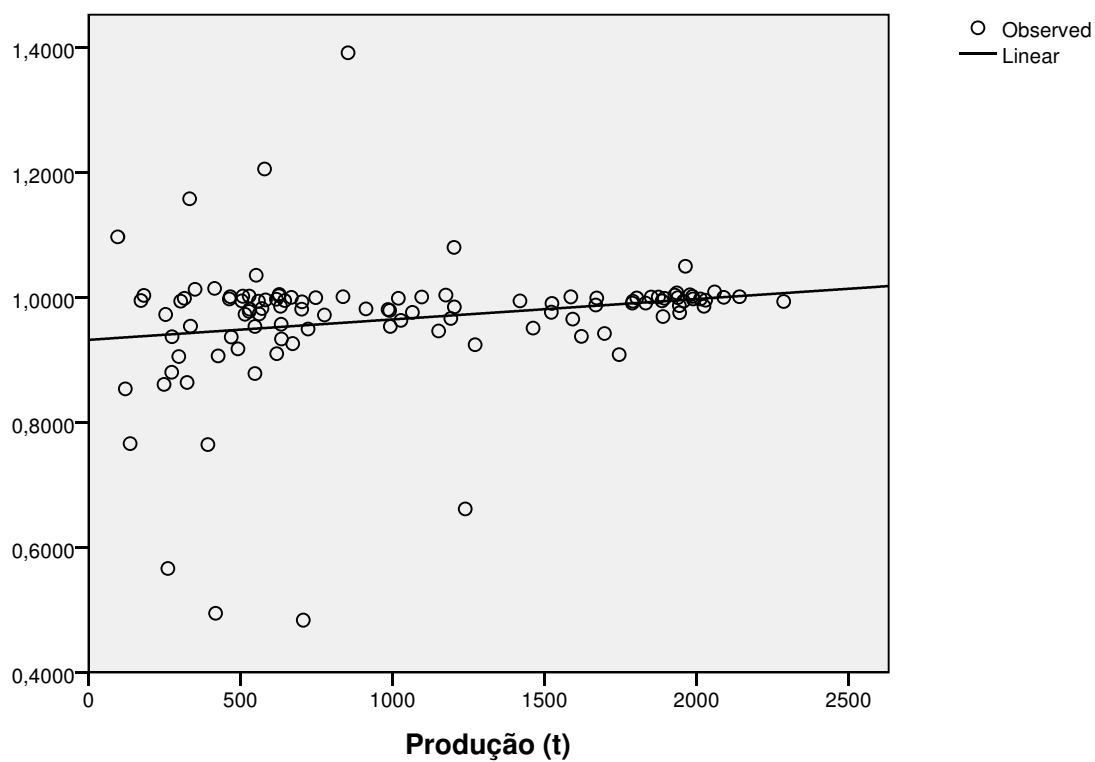
	Sum of Squares	df
Total	1,239	108

The independent variable is
Produção (t).

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
Produção (t)	3,272E-5	,000	,197	2,081	,040
(Constant)	,932	,019		48,719	,000

Eficiência (Produção/Alimentação)



* Curve Estimation.

TSET NEWVAR=NONE.

CURVEFIT

/VARIABLES=EFIC WITH DUR

/CONSTANT

/MODEL=LINEAR

/PRINT ANOVA

/PLOT FIT.

Curve Fit

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A
veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados
\Dados Cimento Dias.sav

Model Description

	Model Name	MOD_8
Dependent Variable	1	Eficiência (Produção/Alimentação)
Equation	1	Linear
	Independent Variable	Duração (m)
	Constant	Included
	Variable Whose Values Label Observations in Plots	Unspecified

Case Processing Summary

	N
Total Cases	109
Excluded Cases ^a	0
Forecasted Cases	0
Newly Created Cases	0

a. Cases with a missing
value in any variable are
excluded from the analysis.

Variable Processing Summary

		Variables	
		Dependent	Independent
		Eficiência (Produção/Alimentação)	Duração (m)
	Number of Positive Values	109	109
	Number of Zeros	0	0
	Number of Negative Values	0	0
Number of Missing Values	User-Missing	0	0
	System-Missing	0	0

Eficiência (Produção/Alimentação)

Linear

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
,003	,000	-,009	,108

The independent variable is Duração (m).

ANOVA

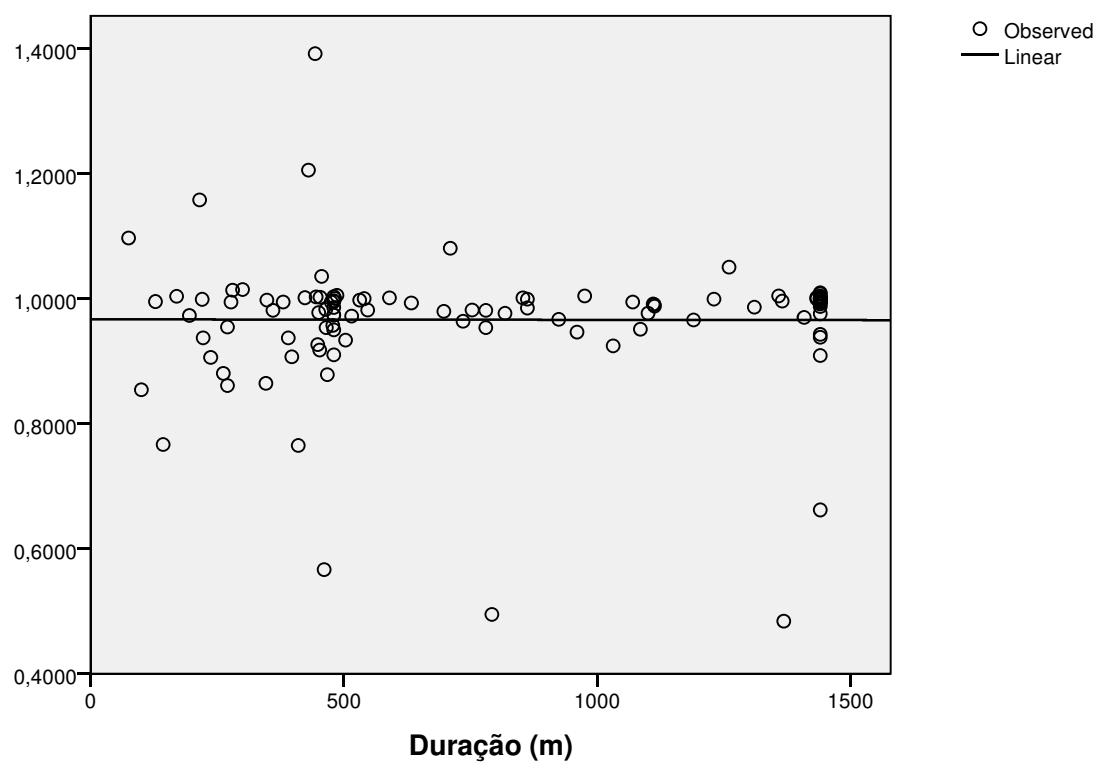
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	,000	1	,000	,001	,972
Residual	1,239	107	,012		
Total	1,239	108			

The independent variable is Duração (m).

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
Duração (m)	-7,977E-7	,000	-,003	-,036	,972
(Constant)	,967	,021		46,924	,000

Eficiência (Produção/Alimentação)



```

UNIANOVA EFIC BY DUR_CLA
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /POSTHOC=DUR_CLA(SCHEFFE)
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=DUR_CLA.

```

Univariate Analysis of Variance

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados \Dados Cimento Dias.sav

Between-Subjects Factors

	N
Duração por classes 0-8h	46
16-24h	41
8-16h	22

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Eficiência (Produção/Alimentação)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,000 ^a	2	,000	,012	,988
Intercept	91,666	1	91,666	7842,793	,000
DUR_CLA	,000	2	,000	,012	,988
Error	1,239	106	,012		
Total	103,003	109			
Corrected Total	1,239	108			

a. R Squared = ,000 (Adjusted R Squared = -,019)

Post Hoc Tests

Duração por classes

Multiple Comparisons

Eficiência (Produção/Alimentação)
Scheffe

		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
(I) Duração por classes	(J) Duração por classes			
0-8h	16-24h	-,001803	,0232198	,997
	8-16h	,002650	,0280242	,996
16-24h	0-8h	,001803	,0232198	,997
	8-16h	,004452	,0285717	,988
8-16h	0-8h	-,002650	,0280242	,996
	16-24h	-,004452	,0285717	,988

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,012.

Multiple Comparisons

Eficiência (Produção/Alimentação)
Scheffe

		95% Confidence Interval	
(I) Duração por classes	(J) Duração por classes	Lower Bound	Upper Bound
0-8h	16-24h	-,059452	,055846
	8-16h	-,066927	,072226
16-24h	0-8h	-,055846	,059452
	8-16h	-,066484	,075389
8-16h	0-8h	-,072226	,066927
	16-24h	-,075389	,066484

Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = ,012.

Homogeneous Subsets

Eficiência (Produção/Alimentação)

Scheffe^{a,,b,,c}

Duração por classes		Subset
	N	1
8-16h	22	,963445
0-8h	46	,966094
16-24h	41	,967897
Sig.		,986

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = ,012.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 32,757.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

* Curve Estimation.

TSET NEWVAR=NONE.

CURVEFIT

/VARIABLES=EFIC WITH ALIM

/CONSTANT

/MODEL=LINEAR

/PRINT ANOVA

/PLOT FIT.

Curve Fit

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A
veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados
\Dados Cimento Dias.sav

Model Description

	Model Name	MOD_9
Dependent Variable	1	Eficiência (Produção/Alimentação)
Equation	1	Linear
	Independent Variable	Alimentação (t/h)
	Constant	Included
	Variable Whose Values Label Observations in Plots	Unspecified

Case Processing Summary

	N
Total Cases	109
Excluded Cases ^a	0
Forecasted Cases	0
Newly Created Cases	0

a. Cases with a missing
value in any variable are
excluded from the analysis.

Variable Processing Summary

		Variables	
		Dependent	Independent
		Eficiência (Produção/Alimentação)	Alimentação (t/h)
Number of Missing Values	Number of Positive Values	109	109
	Number of Zeros	0	0
	Number of Negative Values	0	0
	User-Missing	0	0
	System-Missing	0	0

Eficiência (Produção/Alimentação)

Linear

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
,281	,079	,071	,103

The independent variable is Alimentação (t/h).

ANOVA

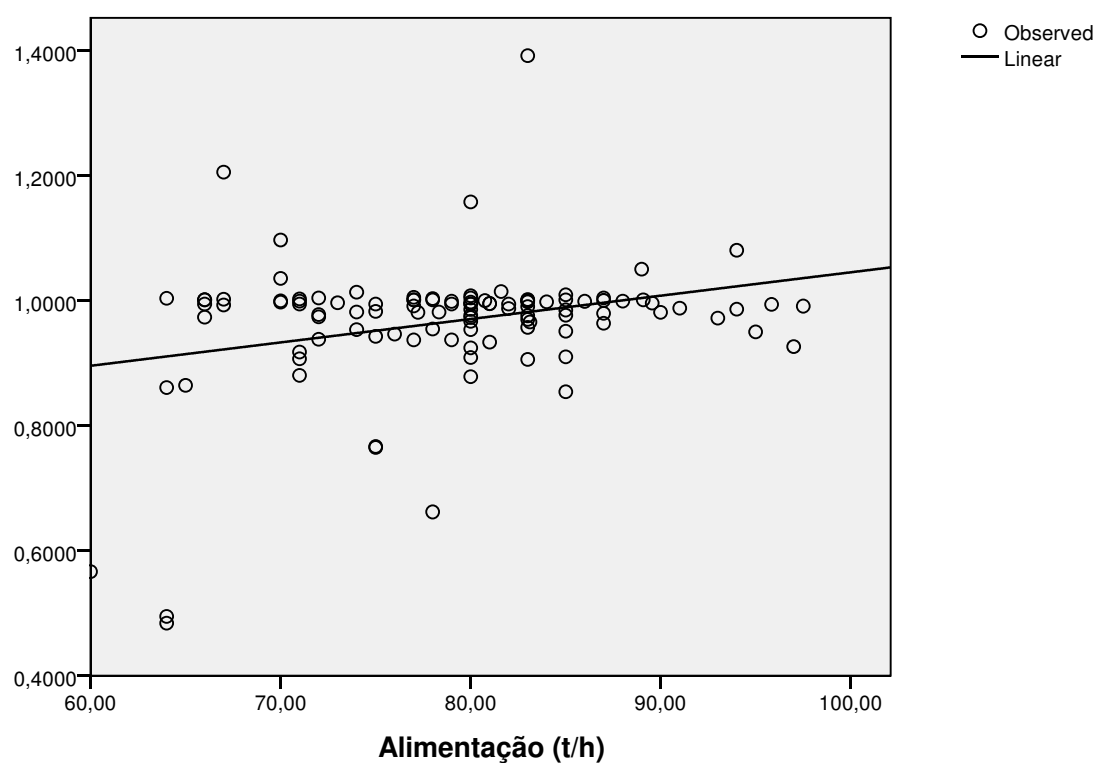
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	,098	1	,098	9,207	,003
Residual	1,141	107	,011		
Total	1,239	108			

The independent variable is Alimentação (t/h).

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
Alimentação (t/h)	,004	,001	,281	3,034	,003
(Constant)	,671	,098		6,871	,000

Eficiência (Produção/Alimentação)



* Curve Estimation.

TSET NEWVAR=NONE.

CURVEFIT

/VARIABLES=EFIC WITH RET

/CONSTANT

/MODEL=LINEAR

/PRINT ANOVA

/PLOT FIT.

Curve Fit

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A
veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados
\Dados Cimento Dias.sav

Model Description

	Model Name	MOD_10
Dependent Variable	1	Eficiência (Produção/Alimentação)
Equation	1	Linear
	Independent Variable	Retorno (t/h)
	Constant	Included
	Variable Whose Values Label Observations in Plots	Unspecified

Case Processing Summary

	N
Total Cases	109
Excluded Cases ^a	0
Forecasted Cases	0
Newly Created Cases	0

a. Cases with a missing
value in any variable are
excluded from the analysis.

Variable Processing Summary

		Variables	
		Dependent	Independent
		Eficiência (Produção/Alimentação)	Retorno (t/h)
Number of Missing Values	Number of Positive Values	109	109
	Number of Zeros	0	0
	Number of Negative Values	0	0
	User-Missing	0	0
	System-Missing	0	0

Eficiência (Produção/Alimentação)

Linear

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
,315	,099	,091	,102

The independent variable is Retorno (t/h).

ANOVA

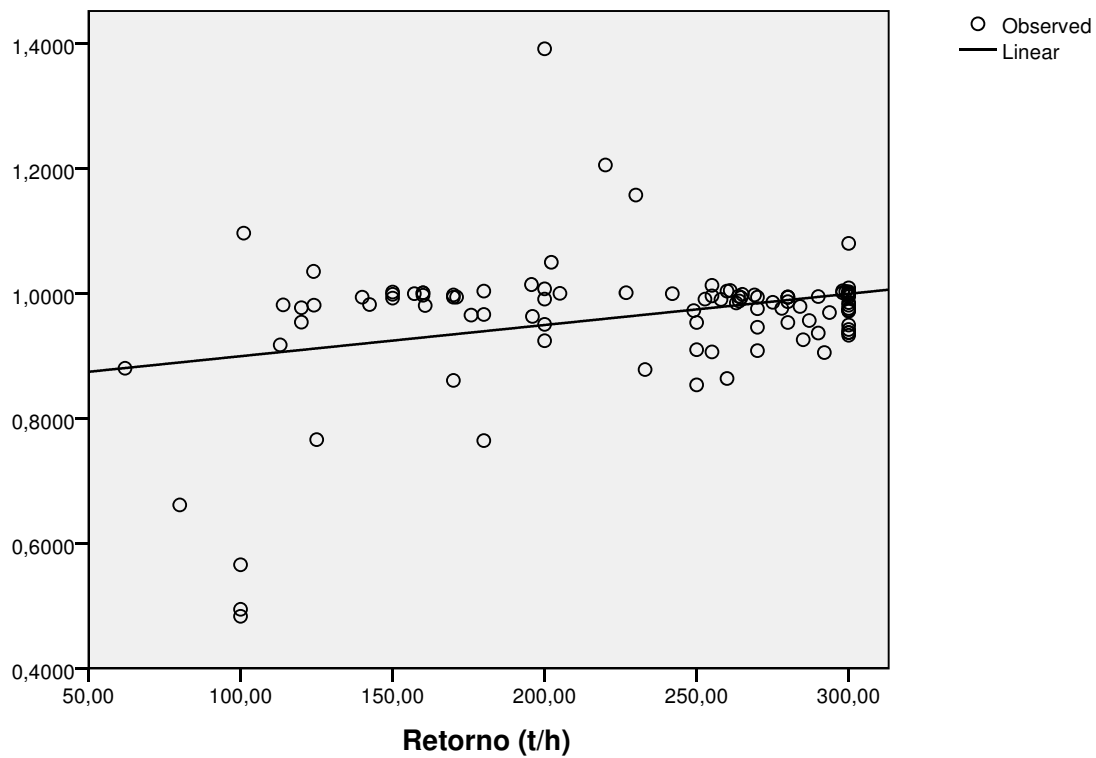
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	,123	1	,123	11,811	,001
Residual	1,116	107	,010		
Total	1,239	108			

The independent variable is Retorno (t/h).

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
Retorno (t/h)	,000	,000	,315	3,437	,001
(Constant)	,850	,035		24,158	,000

Eficiência (Produção/Alimentação)



* Curve Estimation.

```

TSET NEWVAR=NONE.
CURVEFIT
/VARIABLES=EFIC WITH ADI
/CONSTANT
/MODEL=LINEAR
/PRINT ANOVA
/PLOT FIT.

```

Curve Fit

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A
veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados
\Dados Cimento Dias.sav

Model Description

	Model Name	MOD_11
Dependent Variable	1	Eficiência (Produção/Alimentação)
Equation	1	Linear
	Independent Variable	Aditivo (g/t)
	Constant	Included
	Variable Whose Values Label Observations in Plots	Unspecified

Case Processing Summary

	N
Total Cases	109
Excluded Cases ^a	4
Forecasted Cases	0
Newly Created Cases	0

a. Cases with a missing
value in any variable are
excluded from the analysis.

Variable Processing Summary

		Variables	
		Dependent	Independent
		Eficiência (Produção/Alimentação)	Aditivo (g/t)
Number of Positive Values	Number of Positive Values	109	105
	Number of Zeros	0	0
	Number of Negative Values	0	0
	Number of Missing Values		
Number of Missing Values	User-Missing	0	0
	System-Missing	0	4

Eficiência (Produção/Alimentação)

Linear

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
,102	,010	,001	,108

The independent variable is Aditivo (g/t).

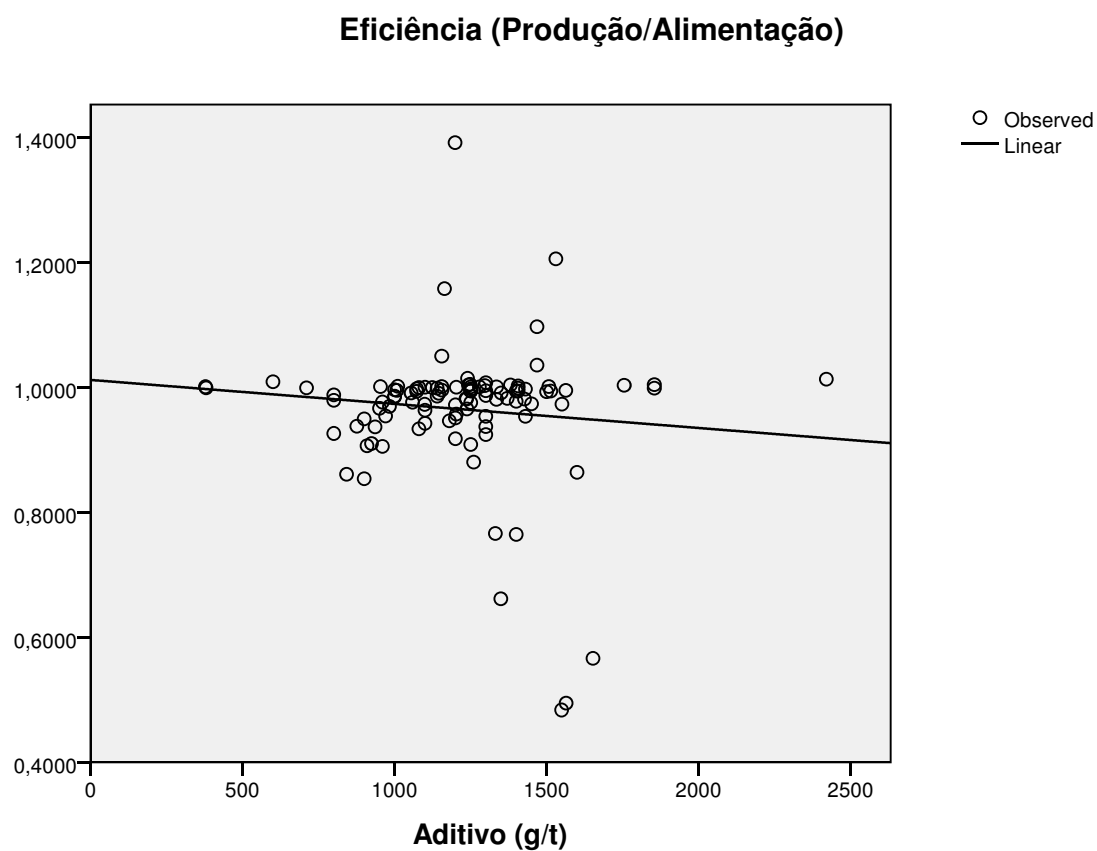
ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	,013	1	,013	1,080	,301
Residual	1,203	103	,012		
Total	1,216	104			

The independent variable is Aditivo (g/t).

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
Aditivo (g/t)	-3,845E-5	,000	-,102	-1,039	,301
(Constant)	1,012	,046		21,899	,000



```
* Curve Estimation.
TSET NEWVAR=NONE.
CURVEFIT
  /VARIABLES=EFIC WITH PRODpm
  /CONSTANT
  /MODEL=LINEAR
  /PRINT ANOVA
  /PLOT FIT.
```

Curve Fit

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A
veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados
\Dados Cimento Dias.sav

Model Description		
	Model Name	MOD_12
Dependent Variable	1	Eficiência (Produção/Alimentação)
Equation	1	Linear

Model Description

Independent Variable	Produção média (t/m)
Constant	Included
Variable Whose Values Label Observations in Plots	Unspecified

Case Processing Summary

	N
Total Cases	109
Excluded Cases ^a	0
Forecasted Cases	0
Newly Created Cases	0

a. Cases with a missing value in any variable are excluded from the analysis.

Variable Processing Summary

		Variables	
		Dependent	Independent
		Eficiência (Produção/Alimentação)	Produção média (t/m)
Number of Positive Values	Number of Positive Values	109	109
	Number of Zeros	0	0
	Number of Negative Values	0	0
	User-Missing	0	0
	System-Missing	0	0

Eficiência (Produção/Alimentação)

Linear

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
,793	,628	,625	,066

The independent variable is Produção média (t/m).

ANOVA

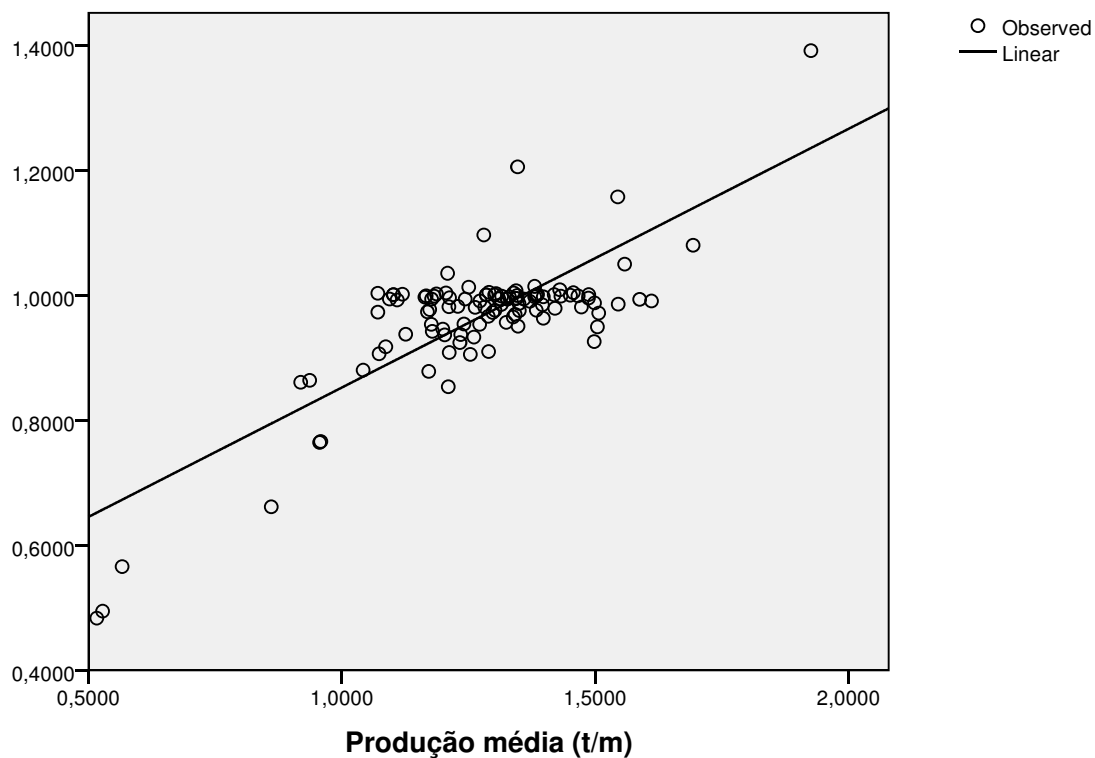
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	,779	1	,779	180,996	,000
Residual	,460	107	,004		
Total	1,239	108			

The independent variable is Produção média (t/m).

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
Produção média (t/m)	,414	,031	,793	13,453	,000
(Constant)	,439	,040		11,052	,000

Eficiência (Produção/Alimentação)



REGRESSION

/MISSING LISTWISE

/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA

/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)

/NOORIGIN

/DEPENDENT PRODpm

/METHOD=STEPWISE PROD DUR ALIM RET CLI GES CAL ADI GRA CCMM CCMVFM CCMRS
CCMVFS CCESM CCEPA VS VVF TEMP.

Regression

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A
veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados
\Dados Cimento Dias.sav

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Alimentação (t/h)	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

a. Dependent Variable: Produção média (t/m)

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,806 ^a	,649	,645	,1210688

a. Predictors: (Constant), Alimentação (t/h)

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2,736	1	2,736	186,672	,000 ^a
	Residual	1,480	101	,015		
	Total	4,217	102			

a. Predictors: (Constant), Alimentação (t/h)

b. Dependent Variable: Produção média (t/m)

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	-,331	,118		-2,805	,006
	Alimentação (t/h)	,020	,001	,806	13,663	,000

a. Dependent Variable: Produção média (t/m)

Excluded Variables^b

Model		Beta In	t	Sig.
1	Produção (t)	,028 ^a	,418	,677
	Duração (m)	-,082 ^a	-1,344	,182
	Retorno (t/h)	,118 ^a	1,832	,070
	Clinker (%)	,001 ^a	,010	,992
	Gesso (%)	-,052 ^a	-,841	,402
	Calcário (%)	,053 ^a	,827	,410
	Aditivo (g/t)	,004 ^a	,056	,956
	Grandes (%)	,007 ^a	,111	,912

a. Predictors in the Model: (Constant), Alimentação (t/h)

b. Dependent Variable: Produção média (t/m)

Excluded Variables^b

Model		Collinearity Statistics	
		Partial Correlation	Tolerance
1	Produção (t)	,042	,789
	Duração (m)	-,133	,924
	Retorno (t/h)	,180	,822
	Clinker (%)	,001	,834
	Gesso (%)	-,084	,911
	Calcário (%)	,082	,854
	Aditivo (g/t)	,006	,868
	Grandes (%)	,011	,862

b. Dependent Variable: Produção média (t/m)

Excluded Variables^b

Model				
		Beta In	t	Sig.
1	Cons. Motor Moinho (A)	,017 ^a	,281	,779
	Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	,058 ^a	,944	,347
	Cons. Motor Rotor Sep. (A)	,000 ^a	-,009	,993
	Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	-,058 ^a	-,959	,340
	Cons. El. Saída Moinho (A)	,024 ^a	,351	,726
	Cons. El. Prod. Acabado (A)	,009 ^a	,107	,915
	Vel. Sep. (rpm)	-,038 ^a	-,618	,538
	Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	-,041 ^a	-,657	,513
	Temp. Ar Saída Moinho (°C)	,050 ^a	,841	,402

a. Predictors in the Model: (Constant), Alimentação (t/h)

b. Dependent Variable: Produção média (t/m)

Excluded Variables^b

Model		Collinearity Statistics	
		Partial Correlation	Tolerance
1	Cons. Motor Moinho (A)	,028	,982
	Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	,094	,933
	Cons. Motor Rotor Sep. (A)	,000	,908
	Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	-,095	,953
	Cons. El. Saída Moinho (A)	,035	,743
	Cons. El. Prod. Acabado (A)	,011	,524
	Vel. Sep. (rpm)	-,062	,905
	Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	-,066	,916
	Temp. Ar Saída Moinho (°C)	,084	,986

b. Dependent Variable: Produção média (t/m)

REGRESSION

/MISSING LISTWISE

/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA

/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)

/NOORIGIN

/DEPENDENT EFIC

/METHOD=STEPWISE PROD DUR ALIM RET CLI GES CAL ADI GRA CCM CCMVFM CCMRS CCMVFS CCESM CCEPA VS VVF TEMP.

Regression

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados \Dados Cimento Dias.sav

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,291 ^a	,085	,076	,1026555
2	,365 ^b	,133	,116	,1004033
3	,432 ^c	,187	,162	,0977523

a. Predictors: (Constant), Retorno (t/h)

b. Predictors: (Constant), Retorno (t/h), Cons. Motor Rotor Sep. (A)

c. Predictors: (Constant), Retorno (t/h), Cons. Motor Rotor Sep. (A), Cons. Motor Moinho (A)

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Retorno (t/h)	.	Stepwise (Criteria: Probability-of- F-to-enter <= , 050, Probability-of- F-to-remove >= ,100).
2	Cons. Motor Rotor Sep. (A)	.	Stepwise (Criteria: Probability-of- F-to-enter <= , 050, Probability-of- F-to-remove >= ,100).
3	Cons. Motor Moinho (A)	.	Stepwise (Criteria: Probability-of- F-to-enter <= , 050, Probability-of- F-to-remove >= ,100).

a. Dependent Variable: Eficiência
(Produção/Alimentação)

ANOVA^d

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,099	1	,099	9,377	,003 ^a
	Residual	1,064	101	,011		
	Total	1,163	102			
2	Regression	,155	2	,078	7,692	,001 ^b
	Residual	1,008	100	,010		
	Total	1,163	102			
3	Regression	,217	3	,072	7,576	,000 ^c
	Residual	,946	99	,010		
	Total	1,163	102			

a. Predictors: (Constant), Retorno (t/h)

b. Predictors: (Constant), Retorno (t/h), Cons. Motor Rotor Sep. (A)

c. Predictors: (Constant), Retorno (t/h), Cons. Motor Rotor Sep. (A), Cons. Motor Moinho (A)

d. Dependent Variable: Eficiência (Produção/Alimentação)

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients	
		B	Std. Error
1	(Constant)	,862	,036

a. Dependent Variable: Eficiência (Produção/Alimentação)

Coefficients^a

Model		t	Sig.
1	(Constant)	23,830	,000

a. Dependent Variable: Eficiência (Produção/Alimentação)

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients
		B	Std. Error	Beta
1	Retorno (t/h)	,000	,000	,291
2	(Constant)	1,001	,069	
	Retorno (t/h)	,001	,000	,570
	Cons. Motor Rotor Sep. (A)	-,001	,001	-,355
3	(Constant)	-,381	,547	
	Retorno (t/h)	,001	,000	,746
	Cons. Motor Rotor Sep. (A)	-,002	,001	-,477
	Cons. Motor Moinho (A)	,004	,002	,256

a. Dependent Variable: Eficiência (Produção/Alimentação)

Coefficients^a

Model		t	Sig.
1	Retorno (t/h)	3,062	,003
2	(Constant)	14,555	,000
	Retorno (t/h)	3,794	,000
	Cons. Motor Rotor Sep. (A)	-2,363	,020
3	(Constant)	-,697	,487
	Retorno (t/h)	4,612	,000
	Cons. Motor Rotor Sep. (A)	-3,099	,003
	Cons. Motor Moinho (A)	2,549	,012

a. Dependent Variable: Eficiência (Produção/Alimentação)

Excluded Variables^d

Model		Beta In	t	Sig.
1	Produção (t)	,095 ^a	,973	,333
	Duração (m)	-,094 ^a	-,973	,333

a. Predictors in the Model: (Constant), Retorno (t/h)

d. Dependent Variable: Eficiência (Produção/Alimentação)

Excluded Variables^d

Model		Collinearity Statistics	
		Partial Correlation	Tolerance
1	Produção (t)	,097	,943
	Duração (m)	-,097	,981

d. Dependent Variable: Eficiência (Produção/Alimentação)

Excluded Variables^d

Model				
		Beta In	t	Sig.
1	Alimentação (t/h)	,196 ^a	1,892	,061
	Clinker (%)	-,135 ^a	-1,421	,158
	Gesso (%)	,083 ^a	,838	,404
	Calcário (%)	,153 ^a	1,610	,110
	Aditivo (g/t)	-,026 ^a	-,263	,793
	Grandes (%)	,087 ^a	,902	,369
	Cons. Motor Moinho (A)	,159 ^a	1,600	,113
	Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	-,078 ^a	-,764	,446
	Cons. Motor Rotor Sep. (A)	-,355 ^a	-2,363	,020
	Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	,180 ^a	1,576	,118
	Cons. El. Saída Moinho (A)	-,407 ^a	-1,901	,060
	Cons. El. Prod. Acabado (A)	,115 ^a	1,148	,254
	Vel. Sep. (rpm)	-,096 ^a	-,985	,327
	Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	,192 ^a	1,795	,076

a. Predictors in the Model: (Constant), Retorno (t/h)

d. Dependent Variable: Eficiência (Produção/Alimentação)

Excluded Variables^d

		Collinearity Statistics	
Model		Partial Correlation	Tolerance
1	Alimentação (t/h)	,186	,822
	Clinker (%)	-,141	,992
	Gesso (%)	,084	,937
	Calcário (%)	,159	,993
	Aditivo (g/t)	-,026	,915
	Grandes (%)	,090	,980
	Cons. Motor Moinho (A)	,158	,902
	Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	-,076	,884
	Cons. Motor Rotor Sep. (A)	-,230	,383
	Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	,156	,684
	Cons. El. Saída Moinho (A)	-,187	,192
	Cons. El. Prod. Acabado (A)	,114	,895
	Vel. Sep. (rpm)	-,098	,964
	Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	,177	,777

d. Dependent Variable: Eficiência (Produção/Alimentação)

Excluded Variables^d

Model		Beta In	t	Sig.
1	Temp. Ar Saída Moinho (°C)	-,069 ^a	-,656	,513
2	Produção (t)	,079 ^b	,815	,417
	Duração (m)	-,096 ^b	-1,019	,311
	Alimentação (t/h)	,185 ^b	1,815	,073
	Clinker (%)	-,034 ^b	-,317	,752
	Gesso (%)	-,081 ^b	-,674	,502
	Calcário (%)	,099 ^b	1,018	,311
	Aditivo (g/t)	-,032 ^b	-,323	,747
	Grandes (%)	,000 ^b	,000	1,000
	Cons. Motor Moinho (A)	,256 ^b	2,549	,012
	Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	,027 ^b	,242	,809
	Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	,143 ^b	1,255	,212
	Cons. El. Saída Moinho (A)	-,124 ^b	-,425	,672
	Cons. El. Prod. Acabado (A)	,117 ^b	1,192	,236
	Vel. Sep. (rpm)	,027 ^b	,241	,810
	Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	,191 ^b	1,828	,071

a. Predictors in the Model: (Constant), Retorno (t/h)

b. Predictors in the Model: (Constant), Retorno (t/h), Cons. Motor Rotor Sep. (A)

d. Dependent Variable: Eficiência (Produção/Alimentação)

Excluded Variables^d

		Collinearity Statistics	
		Partial Correlation	Tolerance
Model			
1	Temp. Ar Saída Moinho (°C)	-,065	,827
2	Produção (t)	,082	,937
	Duração (m)	-,102	,981
	Alimentação (t/h)	,179	,820
	Clinker (%)	-,032	,749
	Gesso (%)	-,068	,607
	Calcário (%)	,102	,917
	Aditivo (g/t)	-,032	,914
	Grandes (%)	,000	,831
	Cons. Motor Moinho (A)	,248	,815
	Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	,024	,725
	Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	,125	,668
	Cons. El. Saída Moinho (A)	-,043	,103
	Cons. El. Prod. Acabado (A)	,119	,895
	Vel. Sep. (rpm)	,024	,709
	Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	,181	,777

d. Dependent Variable: Eficiência (Produção/Alimentação)

Excluded Variables^d

Model		Beta In	t	Sig.
2	Temp. Ar Saída Moinho (°C)	,040 ^b	,350	,727
3	Produção (t)	,040 ^c	,416	,679
	Duração (m)	-,110 ^c	-1,206	,231
	Alimentação (t/h)	,110 ^c	1,037	,302
	Clinker (%)	,028 ^c	,262	,794
	Gesso (%)	-,146 ^c	-1,232	,221
	Calcário (%)	,056 ^c	,584	,561
	Aditivo (g/t)	-,001 ^c	-,012	,991
	Grandes (%)	,031 ^c	,304	,762
	Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	,197 ^c	1,650	,102
	Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	,009 ^c	,067	,946
	Cons. El. Saída Moinho (A)	-,193 ^c	-,679	,499
	Cons. El. Prod. Acabado (A)	,060 ^c	,604	,547
	Vel. Sep. (rpm)	-,040 ^c	-,362	,718
	Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	,067 ^c	,545	,587
	Temp. Ar Saída Moinho (°C)	,074 ^c	,667	,506

b. Predictors in the Model: (Constant), Retorno (t/h), Cons. Motor Rotor Sep. (A)

c. Predictors in the Model: (Constant), Retorno (t/h), Cons. Motor Rotor Sep. (A), Cons. Motor Moinho (A)

d. Dependent Variable: Eficiência (Produção/Alimentação)

Excluded Variables^d

Model		Collinearity Statistics	
		Partial Correlation	Tolerance
2	Temp. Ar Saída Moinho (°C)	,035	,681
3	Produção (t)	,042	,911
	Duração (m)	-,121	,977
	Alimentação (t/h)	,104	,725
	Clinker (%)	,026	,710
	Gesso (%)	-,124	,583
	Calcário (%)	,059	,886
	Aditivo (g/t)	-,001	,900
	Grandes (%)	,031	,819
	Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	,164	,566
	Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	,007	,513
	Cons. El. Saída Moinho (A)	-,068	,103
	Cons. El. Prod. Acabado (A)	,061	,840
	Vel. Sep. (rpm)	-,037	,669
	Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	,055	,543
	Temp. Ar Saída Moinho (°C)	,067	,671

d. Dependent Variable: Eficiência (Produção/Alimentação)

FACTOR

```

/VARIABLES PROD DUR ALIM RET CLI GES CAL ADI GRA CCMM CCMVFM CCMRS CCMVF
S CCESM CCEPA VS VVF TEMP PRODpm EFIC
/MISSING LISTWISE
/ANALYSIS PROD DUR ALIM RET CLI GES CAL ADI GRA CCMM CCMVFM CCMRS CCMVF'S
CCESM CCEPA VS VVF TEMP PRODpm EFIC
/PRINT INITIAL EXTRACTION ROTATION
/PLOT EIGEN
/CRITERIA MINEIGEN(1) ITERATE(25)
/EXTRACTION PC
/CRITERIA ITERATE(25)
/ROTATION VARIMAX
/METHOD=CORRELATION.

```

Factor Analysis

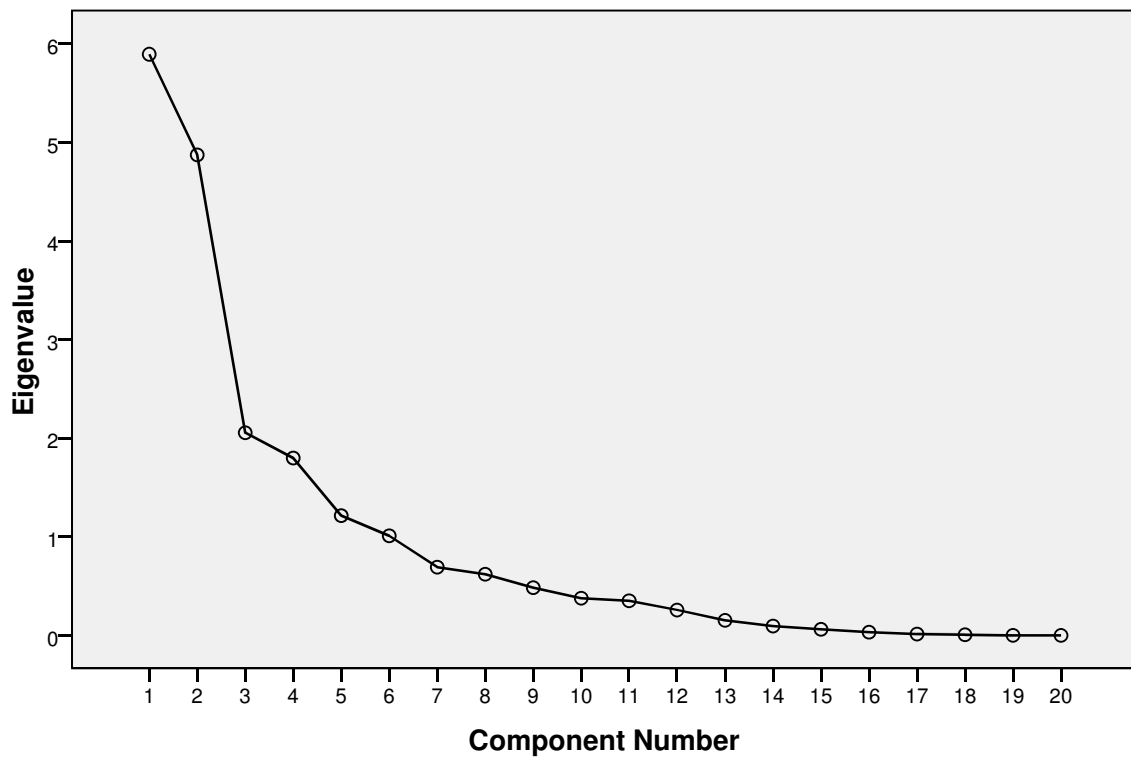
[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A
veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados
\Dados Cimento Dias.sav

Communalities

	Initial	Extraction
Produção (t)	1,000	,982
Duração (m)	1,000	,976
Alimentação (t/h)	1,000	,839
Retorno (t/h)	1,000	,859
Clinker (%)	1,000	,967
Gesso (%)	1,000	,793
Calcário (%)	1,000	,828
Aditivo (g/t)	1,000	,486
Grandes (%)	1,000	,769
Cons. Motor Moinho (A)	1,000	,727
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	1,000	,798
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	1,000	,949
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	1,000	,936
Cons. El. Saída Moinho (A)	1,000	,945
Cons. El. Prod. Acabado (A)	1,000	,738
Vel. Sep. (rpm)	1,000	,783
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	1,000	,913
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	1,000	,656
Produção média (t/m)	1,000	,978
Eficiência (Produção/Alimentação)	1,000	,922

Extraction Method: Principal Component
Analysis.

Scree Plot



Component Matrix^a

	Component					
	1	2	3	4	5	6
Produção (t)	,210	,559	,201	-,711	,281	,011
Duração (m)	,127	,404	,162	-,858	,181	,044
Alimentação (t/h)	,369	,790	,136	,124	,001	,212
Retorno (t/h)	-,435	,779	-,008	,084	-,167	-,165
Clinker (%)	-,839	-,247	,210	,017	,182	,353
Gesso (%)	,839	,058	-,231	-,176	-,028	-,028
Calcário (%)	,586	,341	-,127	,126	-,251	-,523
Aditivo (g/t)	-,205	-,548	-,001	,148	,347	,036
Grandes (%)	,275	,367	-,537	,182	-,003	,486
Cons. Motor Moinho (A)	,350	-,137	,739	,127	,077	,136
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	-,875	,032	-,057	,151	,061	,046
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	-,597	,586	,388	,088	-,299	-,033
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	,883	-,229	,245	,145	-,068	,133

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 6 components extracted.

Component Matrix^a

	Component					
	1	2	3	4	5	6
Cons. El. Saída Moinho (A)	-,440	,815	,154	,020	-,252	,004
Cons. El. Prod. Acabado (A)	,311	,653	,077	,230	-,179	,352
Vel. Sep. (rpm)	-,059	-,425	,738	,053	-,164	-,157
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	,812	-,143	,435	,141	-,033	,152
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	-,759	,216	,162	-,041	,071	,012
Produção média (t/m)	,283	,770	,127	,334	,418	-,048
Eficiência (Produção/Alimentação)	,068	,448	,057	,420	,671	-,294

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 6 components extracted.

Rotated Component Matrix^a

	Component					
	1	2	3	4	5	6
Produção (t)	,120	,173	,035	,951	,062	,168
Duração (m)	,060	,106	-,025	,979	-,003	-,052
Alimentação (t/h)	,269	,488	,266	,256	,514	,357
Retorno (t/h)	-,088	,816	-,338	,073	,076	,245
Clinker (%)	-,959	,030	-,060	-,094	-,145	-,116
Gesso (%)	,734	-,302	,144	,234	,296	-,014
Calcário (%)	,860	,212	-,029	-,051	-,026	,200
Aditivo (g/t)	-,372	-,494	,006	-,237	-,206	,068
Grandes (%)	,150	-,006	-,145	-,046	,849	,059
Cons. Motor Moinho (A)	-,002	-,032	,826	,050	-,172	,106
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	-,704	,272	-,399	-,224	-,132	,032
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	-,349	,899	-,022	,021	-,123	,050
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	,552	-,343	,697	-,053	,158	-,028
Cons. El. Saída Moinho (A)	-,174	,911	-,168	,156	,127	,132
Cons. El. Prod. Acabado (A)	,207	,480	,287	,057	,594	,161
Vel. Sep. (rpm)	-,143	,032	,574	-,136	-,621	-,169
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	,448	-,221	,808	,015	,099	,036
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	-,618	,410	-,247	,058	-,190	,072
Produção média (t/m)	,187	,338	,157	,159	,336	,816
Eficiência (Produção/Alimentação)	,022	,058	-,031	-,011	,024	,957

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 23 iterations.

Component Transformation Matrix

Component	1	2	3	4	5	6
1	,774	-,325	,449	,134	,263	,083
2	,149	,727	-,132	,345	,379	,411
3	-,217	,296	,789	,170	-,455	,085
4	-,019	,115	,193	-,859	,175	,424
5	-,323	-,505	-,039	,299	,008	,741
6	-,476	-,097	,347	,080	,741	-,296

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

FACTOR

```

/VARIABLES PROD DUR ALIM RET CLI GES CAL ADI GRA CCMM CCMVFM CCMRS CCMVF
S CCESM CCEPA VS VVF TEMP PRODpm EFIC
/MISSING LISTWISE
/ANALYSIS PROD DUR ALIM RET CLI GES CAL ADI GRA CCMM CCMVFM CCMRS CCMVFS
CCESM CCEPA VS VVF TEMP PRODpm EFIC
/PRINT INITIAL EXTRACTION ROTATION
/PLOT EIGEN
/CRITERIA FACTORS(7) ITERATE(25)
/EXTRACTION PC
/CRITERIA ITERATE(25)
/ROTATION VARIMAX
/METHOD=CORRELATION.

```

Factor Analysis

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A
veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008–2009\João Madaíl\Dados
\Dados Cimento Dias.sav

Communalities

	Initial	Extraction
Produção (t)	1,000	,983
Duração (m)	1,000	,976
Alimentação (t/h)	1,000	,868
Retorno (t/h)	1,000	,902
Clinker (%)	1,000	,968
Gesso (%)	1,000	,814
Calcário (%)	1,000	,835
Aditivo (g/t)	1,000	,847
Grandes (%)	1,000	,769
Cons. Motor Moinho (A)	1,000	,816

Extraction Method: Principal Component
Analysis.

Communalities

	Initial	Extraction
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	1,000	,804
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	1,000	,960
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	1,000	,936
Cons. El. Saída Moinho (A)	1,000	,953
Cons. El. Prod. Acabado (A)	1,000	,738
Vel. Sep. (rpm)	1,000	,839
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	1,000	,914
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	1,000	,699
Produção média (t/m)	1,000	,980
Eficiência (Produção/Alimentação)	1,000	,935

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	5,892	29,460	
2	4,871	24,356	
3	2,055	10,277	
4	1,799	8,994	
5	1,215	6,074	
6	1,011	5,053	
7	,694	3,468	
8	,620	3,102	90,784
9	,484	2,422	93,206
10	,379	1,893	95,099
11	,352	1,762	96,861
12	,259	1,295	98,156
13	,153	,764	98,920
14	,097	,484	99,404
15	,062	,310	99,713
16	,032	,162	99,875
17	,015	,076	99,951
18	,007	,035	99,986
19	,003	,014	99,999
20	,000	,001	100,000

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues	Extraction Sums of Squared Loadings		
	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	29,460	5,892	29,460	29,460
2	53,816	4,871	24,356	53,816
3	64,093	2,055	10,277	64,093
4	73,086	1,799	8,994	73,086
5	79,160	1,215	6,074	79,160
6	84,214	1,011	5,053	84,214
7	87,682	,694	3,468	87,682

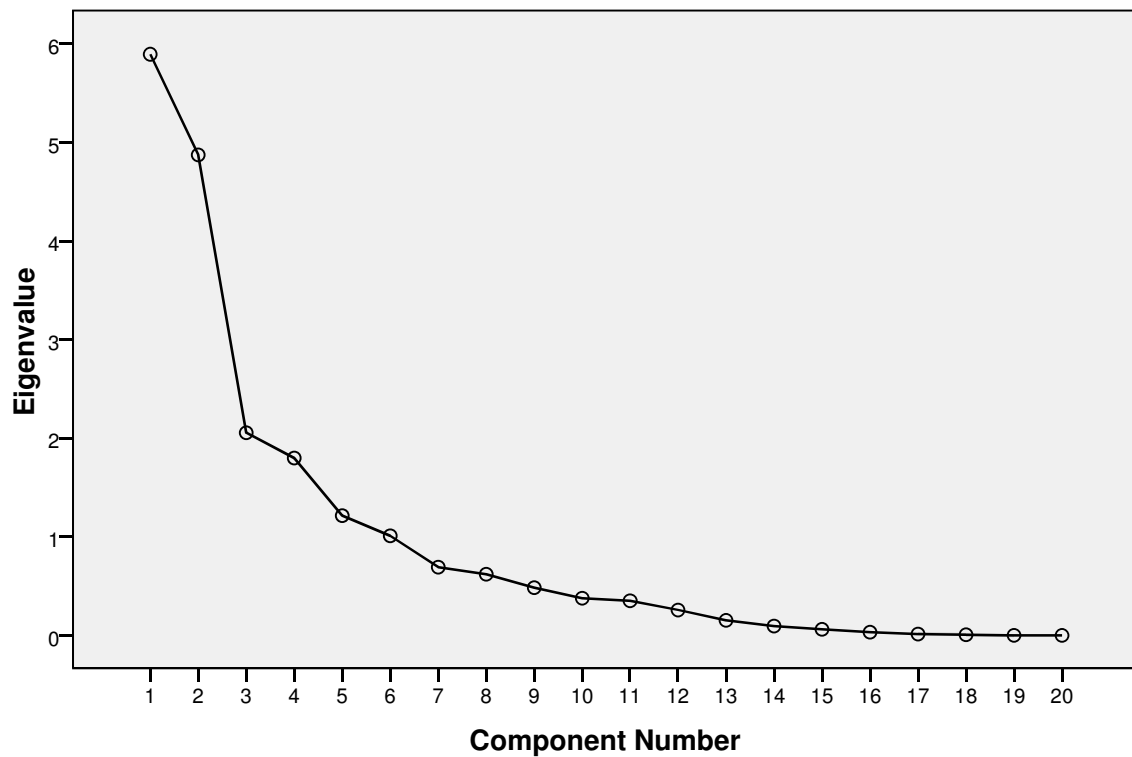
Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

Component	Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4,421	22,103	22,103
2	3,435	17,175	39,277
3	2,530	12,650	51,928
4	2,164	10,820	62,747
5	2,015	10,075	72,822
6	1,912	9,561	82,383
7	1,060	5,300	87,682

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Scree Plot



Component Matrix^a

	Component				
	1	2	3	4	5
Produção (t)	,210	,559	,201	-,711	,281
Duração (m)	,127	,404	,162	-,858	,181
Alimentação (t/h)	,369	,790	,136	,124	,001
Retorno (t/h)	-,435	,779	-,008	,084	-,167
Clinker (%)	-,839	-,247	,210	,017	,182
Gesso (%)	,839	,058	-,231	-,176	-,028
Calcário (%)	,586	,341	-,127	,126	-,251
Aditivo (g/t)	-,205	-,548	-,001	,148	,347
Grandes (%)	,275	,367	-,537	,182	-,003
Cons. Motor Moinho (A)	,350	-,137	,739	,127	,077
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	-,875	,032	-,057	,151	,061
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	-,597	,586	,388	,088	-,299
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	,883	-,229	,245	,145	-,068

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 7 components extracted.

Component Matrix^a

	Component	
	6	7
Produção (t)	,011	,041
Duração (m)	,044	,018
Alimentação (t/h)	,212	,170
Retorno (t/h)	-,165	,209
Clinker (%)	,353	-,031
Gesso (%)	-,028	,146
Calcário (%)	-,523	-,078
Aditivo (g/t)	,036	,601
Grandes (%)	,486	-,016
Cons. Motor Moinho (A)	,136	-,299
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	,046	-,081
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	-,033	,103
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	,133	,000

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 7 components extracted.

Component Matrix^a

	Component				
	1	2	3	4	5
Cons. El. Saída Moinho (A)	-,440	,815	,154	,020	-,252
Cons. El. Prod. Acabado (A)	,311	,653	,077	,230	-,179
Vel. Sep. (rpm)	-,059	-,425	,738	,053	-,164
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	,812	-,143	,435	,141	-,033
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	-,759	,216	,162	-,041	,071
Produção média (t/m)	,283	,770	,127	,334	,418
Eficiência (Produção/Alimentação)	,068	,448	,057	,420	,671

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 7 components extracted.

Component Matrix^a

	Component	
	6	7
Cons. El. Saída Moinho (A)	,004	,087
Cons. El. Prod. Acabado (A)	,352	,024
Vel. Sep. (rpm)	-,157	,236
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	,152	,026
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	,012	-,208
Produção média (t/m)	-,048	,042
Eficiência (Produção/Alimentação)	-,294	-,115

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 7 components extracted.

Rotated Component Matrix^a

	Component				
	1	2	3	4	5
Produção (t)	,123	,174	,027	,950	,049
Duração (m)	,056	,084	-,028	,976	-,009
Alimentação (t/h)	,310	,572	,238	,263	,465
Retorno (t/h)	-,137	,832	-,361	,087	,057
Clinker (%)	-,941	,004	-,005	-,076	-,104
Gesso (%)	,799	-,217	,088	,225	,263
Calcário (%)	,776	,181	-,067	-,072	-,061
Aditivo (g/t)	-,162	-,271	-,076	-,198	-,204
Grandes (%)	,170	,030	-,119	-,049	,848
Cons. Motor Moinho (A)	-,004	-,085	,857	,038	-,192
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	-,767	,206	-,345	-,213	-,091
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	-,402	,874	-,027	,034	-,145
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	,635	-,276	,660	-,064	,115
Cons. El. Saída Moinho (A)	-,240	,886	-,168	,165	,105
Cons. El. Prod. Acabado (A)	,217	,514	,286	,057	,553
Vel. Sep. (rpm)	-,056	,100	,511	-,121	-,654
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	,540	-,147	,769	,009	,050
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	-,717	,296	-,181	,060	-,156
Produção média (t/m)	,195	,399	,153	,164	,312
Eficiência (Produção/Alimentação)	-,012	,068	-,006	-,009	,036

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 17 iterations.

Rotated Component Matrix^a

	Component	
	6	7
Produção (t)	,159	-,079
Duração (m)	-,055	-,096
Alimentação (t/h)	,321	-,010
Retorno (t/h)	,212	-,072
Clinker (%)	-,135	,219
Gesso (%)	-,014	,028
Calcário (%)	,231	-,365
Aditivo (g/t)	-,004	,813
Grandes (%)	,056	-,041
Cons. Motor Moinho (A)	,123	-,143
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	,029	,004
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	,017	-,101
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	-,027	,044
Cons. El. Saída Moinho (A)	,105	-,179
Cons. El. Prod. Acabado (A)	,140	-,125
Vel. Sep. (rpm)	-,205	,283
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	,027	,074
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	,081	-,170
Produção média (t/m)	,797	-,014
Eficiência (Produção/Alimentação)	,964	-,023

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 17 iterations.

Component Transformation Matrix

Component	1	2	3	4	5	6	7
1	,829	-,264	,408	,119	,224	,093	-,051
2	,082	,713	-,124	,345	,355	,399	-,256
3	-,181	,300	,773	,177	-,491	,061	,055
4	-,006	,166	,195	-,853	,165	,414	,090
5	-,257	-,442	-,010	,312	,047	,733	,319
6	-,374	-,048	,394	,090	,742	-,326	,196
7	,259	,326	-,164	,051	-,052	-,117	,883

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

```
PROXIMITIES  PROD DUR PRODpm EFIC ALIM CLI ADI CCMM
/MATRIX OUT('C:\DOCUME~1\josev\DEFINI~1\Temp\spss776\spssclus.tmp')
/VIEW=CASE
/MEASURE=SEUCLID
```

```

/PRINT NONE
/STANDARDIZE=VARIABLE Z.

```

Proximities

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados \Dados Cimento Dias.sav

Case Processing Summary^a

Cases					
Valid		Missing		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
105	96,3%	4	3,7%	109	100,0%

a. Squared Euclidean Distance used

CLUSTER

```

/MATRIX IN('C:\DOCUME~1\josev\DEFINI~1\Temp\spss776\spssclus.tmp')
/METHOD WARD
/PRINT SCHEDULE
/PLOT NONE.

```

Cluster

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados \Dados Cimento Dias.sav

Ward Linkage

Agglomeration Schedule

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	75	76	,025	0	0	14
2	60	70	,064	0	0	5
3	3	8	,149	0	0	66
4	26	30	,253	0	0	27
5	60	62	,366	2	0	8
6	77	79	,492	0	0	33
7	52	53	,660	0	0	19
8	60	71	,858	5	0	46
9	24	35	1,058	0	0	59
10	55	68	1,268	0	0	45
11	11	16	1,519	0	0	23
12	10	99	1,779	0	0	42
13	25	44	2,058	0	0	36

Agglomeration Schedule

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
14	75	82	2,350	1	0	33
15	20	38	2,669	0	0	34
16	29	37	3,004	0	0	27
17	95	97	3,358	0	0	85
18	31	43	3,718	0	0	53
19	47	52	4,089	0	7	69
20	12	33	4,473	0	0	31
21	66	98	4,861	0	0	39
22	63	69	5,257	0	0	46
23	11	15	5,707	11	0	77
24	89	90	6,163	0	0	85
25	14	17	6,624	0	0	38
26	92	94	7,112	0	0	51
27	26	29	7,603	4	16	70
28	45	48	8,099	0	0	67
29	67	72	8,601	0	0	69
30	57	58	9,116	0	0	58
31	12	40	9,655	20	0	76
32	19	27	10,273	0	0	47
33	75	77	10,907	14	6	41
34	20	39	11,639	15	0	52
35	28	32	12,383	0	0	53
36	25	41	13,145	13	0	40
37	5	6	13,918	0	0	50
38	13	14	14,698	0	25	48
39	66	93	15,513	21	0	61
40	25	34	16,401	36	0	67
41	73	75	17,293	0	33	72
42	10	80	18,240	12	0	60
43	4	7	19,211	0	0	50
44	81	87	20,229	0	0	56
45	55	101	21,302	10	0	65
46	60	63	22,386	8	22	58
47	19	42	23,541	32	0	73
48	13	103	24,711	38	0	76
49	2	59	25,924	0	0	61
50	4	5	27,166	43	37	66
51	86	92	28,413	0	26	65
52	20	21	29,687	34	0	70
53	28	31	30,967	35	18	59
54	18	23	32,268	0	0	63
55	50	51	33,692	0	0	79
56	81	85	35,135	44	0	86
57	100	102	36,687	0	0	64

Agglomeration Schedule

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
58	57	60	38,365	30	46	62
59	24	28	40,120	9	53	83
60	10	96	42,030	42	0	74
61	2	66	44,064	49	39	90
62	57	91	46,284	58	0	80
63	18	46	48,520	54	0	83
64	100	105	50,793	57	0	81
65	55	86	53,142	45	51	72
66	3	4	55,500	3	50	93
67	25	45	58,053	40	28	82
68	36	65	60,748	0	0	89
69	47	67	63,528	19	29	75
70	20	26	66,436	52	27	97
71	61	78	69,498	0	0	87
72	55	73	72,603	65	41	78
73	19	22	75,721	47	0	91
74	10	104	78,856	60	0	77
75	47	56	82,237	69	0	82
76	12	13	85,728	31	48	84
77	10	11	89,517	74	23	93
78	55	88	93,575	72	0	90
79	49	50	98,004	0	55	92
80	57	64	102,790	62	0	89
81	9	100	108,203	0	64	84
82	25	47	113,769	67	75	97
83	18	24	120,527	63	59	95
84	9	12	127,337	81	76	91
85	89	95	134,705	24	17	99
86	81	84	142,827	56	0	88
87	1	61	151,426	0	71	94
88	81	83	160,343	86	0	96
89	36	57	169,379	68	80	94
90	2	55	179,465	61	78	95
91	9	19	193,329	84	73	102
92	49	74	207,540	79	0	103
93	3	10	224,812	66	77	99
94	1	36	242,186	87	89	98
95	2	18	264,840	90	83	98
96	54	81	287,595	0	88	100
97	20	25	310,399	70	82	101
98	1	2	338,595	94	95	100
99	3	89	371,018	93	85	101
100	1	54	407,178	98	96	102
101	3	20	458,084	99	97	104

Agglomeration Schedule

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
102	1	9	517,274	100	91	103
103	1	49	632,605	102	92	104
104	1	3	832,000	103	101	0

```
PROXIMITIES   PROD DUR PRODpm EFIC ALIM CLI ADI CCMM
/MATRIX OUT('C:\DOCUME~1\josev\DEFINI~1\Temp\spss776\spssclus.tmp')
/VIEW=CASE
/MEASURE=SEUCLID
/PRINT NONE
/STANDARDIZE=VARIABLE Z.
```

Proximities

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados \Dados Cimento Dias.sav

Case Processing Summary^a

Cases					
Valid		Missing		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
105	96,3%	4	3,7%	109	100,0%

a. Squared Euclidean Distance used

```
CLUSTER
/MATRIX IN('C:\DOCUME~1\josev\DEFINI~1\Temp\spss776\spssclus.tmp')
/METHOD WARD
/PRINT SCHEDULE CLUSTER(2,3)
/PLOT NONE.
```

Cluster

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados \Dados Cimento Dias.sav

Ward Linkage

Cluster Membership

Case	3 Clusters	2 Clusters
1:Case 1	1	1
2:Case 2	1	1
3:Case 3	2	2

Cluster Membership

Case	3 Clusters	2 Clusters
4:Case 4	2	2
5:Case 5	2	2
6:Case 6	2	2
7:Case 7	2	2
8:Case 8	2	2
9:Case 9	1	1
10:Case 10	2	2
11:Case 11	2	2
12:Case 12	1	1
13:Case 13	1	1
14:Case 14	1	1
15:Case 15	2	2
16:Case 16	2	2
17:Case 17	1	1
18:Case 18	1	1
19:Case 19	1	1
20:Case 20	2	2
21:Case 21	2	2
22:Case 22	1	1
23:Case 23	1	1
24:Case 24	1	1
25:Case 25	2	2
26:Case 26	2	2
27:Case 27	1	1
28:Case 28	1	1
29:Case 29	2	2
30:Case 30	2	2
31:Case 31	1	1
32:Case 32	1	1
33:Case 33	1	1
34:Case 34	2	2
35:Case 35	1	1
36:Case 36	1	1
37:Case 37	2	2
38:Case 38	2	2
39:Case 39	2	2
40:Case 40	1	1
41:Case 41	2	2
42:Case 42	1	1
43:Case 43	1	1
44:Case 44	2	2
45:Case 45	2	2
46:Case 46	1	1
47:Case 47	2	2
48:Case 48	2	2

Cluster Membership

Case	3 Clusters	2 Clusters
49:Case 49	3	1
50:Case 50	3	1
51:Case 51	3	1
52:Case 52	2	2
53:Case 53	2	2
54:Case 54	1	1
55:Case 55	1	1
56:Case 56	2	2
57:Case 57	1	1
58:Case 58	1	1
59:Case 59	1	1
60:Case 60	1	1
61:Case 61	1	1
62:Case 62	1	1
63:Case 63	1	1
64:Case 64	1	1
65:Case 65	1	1
66:Case 66	1	1
67:Case 67	2	2
68:Case 68	1	1
69:Case 69	1	1
70:Case 70	1	1
71:Case 71	1	1
72:Case 72	2	2
73:Case 73	1	1
74:Case 74	3	1
75:Case 75	1	1
76:Case 76	1	1
77:Case 77	1	1
78:Case 78	1	1
79:Case 79	1	1
80:Case 80	2	2
81:Case 81	1	1
82:Case 82	1	1
83:Case 83	1	1
84:Case 84	1	1
85:Case 85	1	1
86:Case 86	1	1
87:Case 87	1	1
88:Case 88	1	1
89:Case 89	2	2
90:Case 90	2	2
91:Case 91	1	1
92:Case 93	1	1
93:Case 94	1	1

Cluster Membership

Case	3 Clusters	2 Clusters
94:Case 95	1	1
95:Case 96	2	2
96:Case 97	2	2
97:Case 98	2	2
98:Case 99	1	1
99:Case 100	2	2
100:Case 101	1	1
101:Case 102	1	1
102:Case 103	1	1
103:Case 107	1	1
104:Case 108	2	2
105:Case 109	1	1

```
ERASE FILE='C:\DOCUME~1\josev\DEFINI~1\Temp\spss776\spssclus.tmp'.
PROXIMITIES PROD DUR PRODpm EFIC ALIM CLI ADI CCMM
/MATRIX OUT('C:\DOCUME~1\josev\DEFINI~1\Temp\spss776\spssclus.tmp')
/VIEW=CASE
/MEASURE=SEUCLID
/PRINT NONE
/STANDARDIZE=VARIABLE Z.
```

Proximities

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A
veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados
\Dados Cimento Dias.sav

Case Processing Summary^a

Cases					
Valid		Missing		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
105	96,3%	4	3,7%	109	100,0%

a. Squared Euclidean Distance used

```
CLUSTER
/MATRIX IN('C:\DOCUME~1\josev\DEFINI~1\Temp\spss776\spssclus.tmp')
/METHOD WARD
/PRINT SCHEDULE CLUSTER(2,3)
/PLOT NONE
/SAVE CLUSTER(2,3).
```

Cluster

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A
veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados
\Dados Cimento Dias.sav

Ward Linkage

Agglomeration Schedule

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	75	76	,025	0	0	14
2	60	70	,064	0	0	5
3	3	8	,149	0	0	66
4	26	30	,253	0	0	27
5	60	62	,366	2	0	8
6	77	79	,492	0	0	33
7	52	53	,660	0	0	19
8	60	71	,858	5	0	46
9	24	35	1,058	0	0	59
10	55	68	1,268	0	0	45
11	11	16	1,519	0	0	23
12	10	99	1,779	0	0	42
13	25	44	2,058	0	0	36
14	75	82	2,350	1	0	33
15	20	38	2,669	0	0	34
16	29	37	3,004	0	0	27
17	95	97	3,358	0	0	85
18	31	43	3,718	0	0	53
19	47	52	4,089	0	7	69
20	12	33	4,473	0	0	31
21	66	98	4,861	0	0	39
22	63	69	5,257	0	0	46
23	11	15	5,707	11	0	77
24	89	90	6,163	0	0	85
25	14	17	6,624	0	0	38
26	92	94	7,112	0	0	51
27	26	29	7,603	4	16	70
28	45	48	8,099	0	0	67
29	67	72	8,601	0	0	69
30	57	58	9,116	0	0	58
31	12	40	9,655	20	0	76
32	19	27	10,273	0	0	47
33	75	77	10,907	14	6	41
34	20	39	11,639	15	0	52
35	28	32	12,383	0	0	53
36	25	41	13,145	13	0	40
37	5	6	13,918	0	0	50
38	13	14	14,698	0	25	48

Agglomeration Schedule

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
39	66	93	15,513	21	0	61
40	25	34	16,401	36	0	67
41	73	75	17,293	0	33	72
42	10	80	18,240	12	0	60
43	4	7	19,211	0	0	50
44	81	87	20,229	0	0	56
45	55	101	21,302	10	0	65
46	60	63	22,386	8	22	58
47	19	42	23,541	32	0	73
48	13	103	24,711	38	0	76
49	2	59	25,924	0	0	61
50	4	5	27,166	43	37	66
51	86	92	28,413	0	26	65
52	20	21	29,687	34	0	70
53	28	31	30,967	35	18	59
54	18	23	32,268	0	0	63
55	50	51	33,692	0	0	79
56	81	85	35,135	44	0	86
57	100	102	36,687	0	0	64
58	57	60	38,365	30	46	62
59	24	28	40,120	9	53	83
60	10	96	42,030	42	0	74
61	2	66	44,064	49	39	90
62	57	91	46,284	58	0	80
63	18	46	48,520	54	0	83
64	100	105	50,793	57	0	81
65	55	86	53,142	45	51	72
66	3	4	55,500	3	50	93
67	25	45	58,053	40	28	82
68	36	65	60,748	0	0	89
69	47	67	63,528	19	29	75
70	20	26	66,436	52	27	97
71	61	78	69,498	0	0	87
72	55	73	72,603	65	41	78
73	19	22	75,721	47	0	91
74	10	104	78,856	60	0	77
75	47	56	82,237	69	0	82
76	12	13	85,728	31	48	84
77	10	11	89,517	74	23	93
78	55	88	93,575	72	0	90
79	49	50	98,004	0	55	92
80	57	64	102,790	62	0	89
81	9	100	108,203	0	64	84
82	25	47	113,769	67	75	97

Agglomeration Schedule

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
83	18	24	120,527	63	59	95
84	9	12	127,337	81	76	91
85	89	95	134,705	24	17	99
86	81	84	142,827	56	0	88
87	1	61	151,426	0	71	94
88	81	83	160,343	86	0	96
89	36	57	169,379	68	80	94
90	2	55	179,465	61	78	95
91	9	19	193,329	84	73	102
92	49	74	207,540	79	0	103
93	3	10	224,812	66	77	99
94	1	36	242,186	87	89	98
95	2	18	264,840	90	83	98
96	54	81	287,595	0	88	100
97	20	25	310,399	70	82	101
98	1	2	338,595	94	95	100
99	3	89	371,018	93	85	101
100	1	54	407,178	98	96	102
101	3	20	458,084	99	97	104
102	1	9	517,274	100	91	103
103	1	49	632,605	102	92	104
104	1	3	832,000	103	101	0

Cluster Membership

Case	3 Clusters	2 Clusters
1:Case 1	1	1
2:Case 2	1	1
3:Case 3	2	2
4:Case 4	2	2
5:Case 5	2	2
6:Case 6	2	2
7:Case 7	2	2
8:Case 8	2	2
9:Case 9	1	1
10:Case 10	2	2
11:Case 11	2	2
12:Case 12	1	1
13:Case 13	1	1
14:Case 14	1	1
15:Case 15	2	2
16:Case 16	2	2
17:Case 17	1	1
18:Case 18	1	1
19:Case 19	1	1

Cluster Membership

Case	3 Clusters	2 Clusters
20:Case 20	2	2
21:Case 21	2	2
22:Case 22	1	1
23:Case 23	1	1
24:Case 24	1	1
25:Case 25	2	2
26:Case 26	2	2
27:Case 27	1	1
28:Case 28	1	1
29:Case 29	2	2
30:Case 30	2	2
31:Case 31	1	1
32:Case 32	1	1
33:Case 33	1	1
34:Case 34	2	2
35:Case 35	1	1
36:Case 36	1	1
37:Case 37	2	2
38:Case 38	2	2
39:Case 39	2	2
40:Case 40	1	1
41:Case 41	2	2
42:Case 42	1	1
43:Case 43	1	1
44:Case 44	2	2
45:Case 45	2	2
46:Case 46	1	1
47:Case 47	2	2
48:Case 48	2	2
49:Case 49	3	1
50:Case 50	3	1
51:Case 51	3	1
52:Case 52	2	2
53:Case 53	2	2
54:Case 54	1	1
55:Case 55	1	1
56:Case 56	2	2
57:Case 57	1	1
58:Case 58	1	1
59:Case 59	1	1
60:Case 60	1	1
61:Case 61	1	1
62:Case 62	1	1
63:Case 63	1	1
64:Case 64	1	1

Cluster Membership

Case	3 Clusters	2 Clusters
65:Case 65	1	1
66:Case 66	1	1
67:Case 67	2	2
68:Case 68	1	1
69:Case 69	1	1
70:Case 70	1	1
71:Case 71	1	1
72:Case 72	2	2
73:Case 73	1	1
74:Case 74	3	1
75:Case 75	1	1
76:Case 76	1	1
77:Case 77	1	1
78:Case 78	1	1
79:Case 79	1	1
80:Case 80	2	2
81:Case 81	1	1
82:Case 82	1	1
83:Case 83	1	1
84:Case 84	1	1
85:Case 85	1	1
86:Case 86	1	1
87:Case 87	1	1
88:Case 88	1	1
89:Case 89	2	2
90:Case 90	2	2
91:Case 91	1	1
92:Case 93	1	1
93:Case 94	1	1
94:Case 95	1	1
95:Case 96	2	2
96:Case 97	2	2
97:Case 98	2	2
98:Case 99	1	1
99:Case 100	2	2
100:Case 101	1	1
101:Case 102	1	1
102:Case 103	1	1
103:Case 107	1	1
104:Case 108	2	2
105:Case 109	1	1

ERASE FILE='C:\DOCUME~1\josev\DEFINI~1\Temp\spss776\spssclus.tmp'.
 ONEWAY PROD DUR ALIM RET CLI GES CAL ADI GRA CCMM CCMVFM CCMRS CCMVFS CCES
 M CCEPA VS VVF TEMP PRODpm EFIC BY CLU2_1

/STATISTICS DESCRIPTIVES
/MISSING ANALYSIS.

Oneway

[DataSet1] C:\Documents and Settings\josev\Os meus documentos\JVF-Asus\U.A
veiro\Estágios, Projectos, Dissertações\Alunos 2008-2009\João Madaíl\Dados
\Dados Cimento Dias.sav

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
Produção (t)	1	67	603,36	325,350	39,748
	2	38	1789,37	258,318	41,905
	Total	105	1032,58	647,201	63,160
Duração (m)	1	67	502,56	278,358	34,007
	2	38	1324,39	170,399	27,642
	Total	105	799,99	465,804	45,458
Alimentação (t/h)	1	67	76,7934	7,96785	,97343
	2	38	82,2324	6,81892	1,10617
	Total	105	78,7618	7,98305	,77907
Retorno (t/h)	1	67	218,7299	75,33401	9,20351
	2	38	251,7811	46,18419	7,49206
	Total	105	230,6912	67,93464	6,62974
Clinker (%)	1	67	,6547167	,03083781	,00376744
	2	38	,6380083	,02486051	,00403291
	Total	105	,6486698	,02980722	,00290889
Gesso (%)	1	67	,0697114	,01614411	,00197232
	2	38	,0799189	,01436930	,00233101
	Total	105	,0734055	,01622195	,00158310
Calcário (%)	1	67	,2755222	,02083216	,00254505
	2	38	,2821353	,01542252	,00250186
	Total	105	,2779155	,01924128	,00187776
Aditivo (g/t)	1	67	1286,67	284,977	34,815
	2	38	1092,13	247,064	40,079
	Total	105	1216,27	286,493	27,959
Grandes (%)	1	66	,028865	,0084020	,0010342
	2	38	,028571	,0070744	,0011476
	Total	104	,028758	,0079087	,0007755
Cons. Motor Moinho (A)	1	67	334,62	4,960	,606
	2	38	335,19	8,576	1,391
	Total	105	334,82	6,469	,631
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	1	67	143,15	27,245	3,329
	2	38	126,85	22,412	3,636
	Total	105	137,25	26,678	2,604

Descriptives

		95% Confidence Interval for Mean			
		Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
Produção (t)	1	524,00	682,72	96	1978
	2	1704,46	1874,28	1175	2286
	Total	907,33	1157,83	96	2286
Duração (m)	1	434,67	570,46	75	1440
	2	1268,39	1380,40	862	1440
	Total	709,84	890,13	75	1440
Alimentação (t/h)	1	74,8499	78,7369	60,00	97,00
	2	79,9910	84,4737	66,00	97,50
	Total	77,2169	80,3067	60,00	97,50
Retorno (t/h)	1	200,3544	237,1053	62,00	300,00
	2	236,6007	266,9614	157,13	300,00
	Total	217,5442	243,8383	62,00	300,00
Clinker (%)	1	,6471947	,6622386	,61000	,74120
	2	,6298368	,6461797	,60850	,71006
	Total	,6429014	,6544383	,60850	,74120
Gesso (%)	1	,0657736	,0736493	,04416	,09184
	2	,0751958	,0846419	,04548	,09062
	Total	,0702662	,0765449	,04416	,09184
Calcário (%)	1	,2704409	,2806036	,19876	,30700
	2	,2770660	,2872046	,23134	,30598
	Total	,2741919	,2816392	,19876	,30700
Aditivo (g/t)	1	1217,16	1356,18	800	2420
	2	1010,92	1173,34	378	1400
	Total	1160,82	1271,71	378	2420
Grandes (%)	1	,026800	,030931	,0120	,0590
	2	,026246	,030896	,0105	,0410
	Total	,027220	,030296	,0105	,0590
Cons. Motor Moinho (A)	1	333,41	335,83	315	345
	2	332,37	338,01	315	345
	Total	333,57	336,08	315	345
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	1	136,51	149,80	107	200
	2	119,49	134,22	105	170
	Total	132,09	142,42	105	200

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	1	67	173,34	29,872	3,650
	2	38	178,44	22,302	3,618
	Total	105	175,18	27,374	2,671
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	1	67	475,60	41,894	5,118
	2	38	476,90	42,833	6,948
	Total	105	476,07	42,035	4,102
Cons. El. Saída Moinho (A)	1	67	89,48	10,755	1,314
	2	38	94,94	7,443	1,207
	Total	105	91,46	10,003	,976
Cons. El. Prod. Acabado (A)	1	67	36,88	3,042	,372
	2	38	37,70	2,395	,388
	Total	105	37,18	2,841	,277
Vel. Sep. (rpm)	1	67	1211,22	57,613	7,038
	2	38	1195,23	55,073	8,934
	Total	105	1205,44	56,966	5,559
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	1	67	746,27	35,630	4,353
	2	38	752,74	44,205	7,171
	Total	105	748,61	38,867	3,793
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	1	66	85,87	9,899	1,218
	2	38	86,24	7,442	1,207
	Total	104	86,01	9,042	,887
Produção média (t/m)	1	67	1,224338	,2254676	,0275453
	2	38	1,353686	,1229035	,0199376
	Total	105	1,271150	,2038035	,0198892
Eficiência (Produção/Alimentação)	1	67	,952834	,1327207	,0162144
	2	38	,987387	,0257356	,0041749
	Total	105	,965339	,1081324	,0105526

Descriptives

		95% Confidence Interval for Mean			
		Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	1	166,05	180,63	94	230
	2	171,11	185,77	145	228
	Total	169,89	180,48	94	230
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	1	465,38	485,82	415	566
	2	462,83	490,98	410	530
	Total	467,94	484,21	410	566
Cons. El. Saída Moinho (A)	1	86,86	92,11	67	109
	2	92,49	97,38	80	106
	Total	89,52	93,39	67	109
Cons. El. Prod. Acabado (A)	1	36,14	37,63	27	44
	2	36,92	38,49	32	43
	Total	36,63	37,73	27	44
Vel. Sep. (rpm)	1	1197,17	1225,28	1025	1350
	2	1177,13	1213,33	1080	1300
	Total	1194,41	1216,46	1025	1350
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	1	737,58	754,96	700	808
	2	738,21	767,27	700	800
	Total	741,09	756,13	700	808
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	1	83,44	88,31	56	103
	2	83,79	88,68	78	110
	Total	84,25	87,76	56	110
Produção média (t/m)	1	1,169343	1,279334	,5161	1,9255
	2	1,313289	1,394084	1,1014	1,6108
	Total	1,231709	1,310591	,5161	1,9255
Eficiência (Produção/Alimentação)	1	,920461	,985207	,4838	1,3919
	2	,978928	,995846	,9089	1,0503
	Total	,944412	,986265	,4838	1,3919

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square
Produção (t)	Between Groups	3,411E7	1	3,411E7
	Within Groups	9455202,245	103	91798,080
	Total	4,356E7	104	
Duração (m)	Between Groups	1,638E7	1	1,638E7
	Within Groups	6188218,193	103	60079,788
	Total	2,257E7	104	
Alimentação (t/h)	Between Groups	717,294	1	717,294
	Within Groups	5910,536	103	57,384
	Total	6627,829	104	

ANOVA

		F	Sig.
Produção (t)	Between Groups	371,546	,000
Duração (m)	Between Groups	272,587	,000
Alimentação (t/h)	Between Groups	12,500	,001

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square
Retorno (t/h)	Between Groups	26487,661	1	26487,661
	Within Groups	453484,303	103	4402,760
	Total	479971,964	104	
Clinker (%)	Between Groups	,007	1	,007
	Within Groups	,086	103	,001
	Total	,092	104	
Gesso (%)	Between Groups	,003	1	,003
	Within Groups	,025	103	,000
	Total	,027	104	
Calcário (%)	Between Groups	,001	1	,001
	Within Groups	,037	103	,000
	Total	,039	104	
Aditivo (g/t)	Between Groups	917671,415	1	917671,415
	Within Groups	7618471,118	103	73965,739
	Total	8536142,533	104	
Grandes (%)	Between Groups	,000	1	,000
	Within Groups	,006	102	,000
	Total	,006	103	
Cons. Motor Moinho (A)	Between Groups	8,018	1	8,018
	Within Groups	4344,747	103	42,182
	Total	4352,765	104	
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	Between Groups	6441,617	1	6441,617
	Within Groups	67576,477	103	656,082
	Total	74018,095	104	
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	Between Groups	630,076	1	630,076
	Within Groups	77298,540	103	750,471
	Total	77928,616	104	
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	Between Groups	41,322	1	41,322
	Within Groups	183721,881	103	1783,708
	Total	183763,203	104	
Cons. El. Saída Moinho (A)	Between Groups	720,849	1	720,849
	Within Groups	9684,577	103	94,025
	Total	10405,426	104	
Cons. El. Prod. Acabado (A)	Between Groups	16,334	1	16,334
	Within Groups	823,025	103	7,991
	Total	839,358	104	
Vel. Sep. (rpm)	Between Groups	6202,235	1	6202,235
	Within Groups	331289,203	103	3216,400
	Total	337491,438	104	
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	Between Groups	1014,458	1	1014,458
	Within Groups	156088,533	103	1515,423

ANOVA

		F	Sig.
Retorno (t/h)	Between Groups	6,016	,016
Clinker (%)	Between Groups	8,142	,005
Gesso (%)	Between Groups	10,475	,002
Calcário (%)	Between Groups	2,917	,091
Aditivo (g/t)	Between Groups	12,407	,001
Grandes (%)	Between Groups	,033	,856
Cons. Motor Moinho (A)	Between Groups	,190	,664
Cons. Motor Vent. Filtro Moinho (A)	Between Groups	9,818	,002
Cons. Motor Rotor Sep. (A)	Between Groups	,840	,362
Cons. Motor Vent. Filtro Sep. (A)	Between Groups	,023	,879
Cons. El. Saída Moinho (A)	Between Groups	7,667	,007
Cons. El. Prod. Acabado (A)	Between Groups	2,044	,156
Vel. Sep. (rpm)	Between Groups	1,928	,168
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	Between Groups	,669	,415

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square
Vel. Vent. Filtro Sep. (rpm)	Total	157102,990	104	
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	Between Groups	3,203	1	3,203
	Within Groups	8418,282	102	82,532
	Total	8421,485	103	
Produção média (t/m)	Between Groups	,406	1	,406
	Within Groups	3,914	103	,038
	Total	4,320	104	
Eficiência (Produção/Alimentação)	Between Groups	,029	1	,029
	Within Groups	1,187	103	,012
	Total	1,216	104	

ANOVA

		F	Sig.
Temp. Ar Saída Moinho (°C)	Between Groups	,039	,844
Produção média (t/m)	Between Groups	10,676	,001
Eficiência (Produção/Alimentação)	Between Groups	2,512	,116